E 3280

METALURGIA

1-2

METALURGIA BUCUREŞTI • ANUL XXV • NR. 1—2 • IAN.—FEBR. 1973

COMBINATUL SIDERURGIC

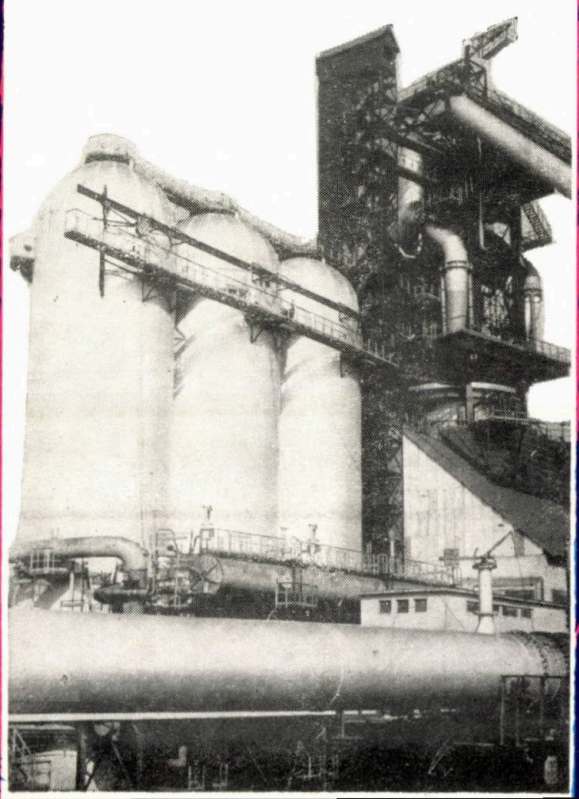
REŞIŢA

Adresa telegrafică: Centsid – Reşiţa
Telefon 11883; 12152; 11882; 13033
Telex: 013514

Reg. com.: 4298/1954 Bucureşti – România
Cont: B.N.R.S.R. Reşiţa 30.05.80.00

Produce:

- Fontă de afinare
- Oţeluri carbon şi oţeluri carbon de calitate în lingouri pînă la 15 t
- Profile grele, mijlocii, uşoare, din oţel carbon, oţel carbon de calitate şi oţeluri aliate
- Şine pentru cale ferată
- Bandaje şi discuri de cale ferată
- Zgură granulată de furnal



METALURGIA

Anul 25 Nr. 1—2 Ianuarie — februarie 1973

CUPRINS

STUDII ŞI CERCETĂRI

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. și *Guțu M.*: **Conducerea complexă a instalației de aglomerare în vederea obținerii producției maxime.** . . . 1

Hălărăscu Ov. și *Dian L.*: **Experimentări pentru prereducerea peletelor cu ajutorul combustibililor solizi.** 7

Bender A. și *Erdei I.*: **Influența unor factori asupra arderii manganului la dezoxidarea oțelului în cuptorul Martin.** 11

Popescu N., Dumitrescu C. și *Bujoreanu Șt.*: **Cercetări privind tratamentele termice aplicabile oțelului de seule VSCW 20.** 14

Gâdea Suzana, Protopopescu M. și *Dumitrescu C.*: **Cercetări privind duritatea la temperaturi ridicate a unui oțel slab aliat Cr—Mo—V.** 19

Calrinoiu C.: **Oțeluri beton periodice cu limita înaltă elastică.** 23

Șontea S. și *Lupșoiu C.*: **Model matematic pentru programarea producției în turnătorii.** 27

Nanu A., Sporea I., Brestin A. și *Gheorghiu Șt.*: **Influența agentului de suflare asupra procesului de dezbatere a formelor cu liant silicat de sodiu.** 31

Dumitru Lucia, Nicolae P., Milu A. și *Florica Nadu*: **Contribuții privind valorificarea complexă a piritei și cenușei de pirită.** 35

Grigoriu I. și *Balasanian I.*: **Modelarea procesului de prăjire oxidantă a concentratului de molibdenit în strat fluidizat.** 40

REALIZĂRI TEHNICE

Szöcs Ecaterina: **Determinarea rapidă a siliciului și a fosforului din fontă.** 45

Vacniuc N.: **Influența parametrilor constructivi și a condițiilor de exploatare asupra comportării utilajului de turnare.** 48

ACTUALITĂȚI

Ilin Gh.: **Aprecieri asupra posibilităților de economisire a oțelului.** 51

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Pridvornic M.: **Influența vitezei de deformare asupra rezistenței la curgere și ecruisării materialelor metalice.** 55

Voicu Gh. și *Bratu C.*: **Considerații asupra schimbului de căldură în cuptoarele metalurgice cu cuvă.** 61

DIN ISTORICUL METALURGIEI

Chindler N. și *Popa S.*: **Începuturile producției de fontă la Hunedoara (II).** 65

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE 39,70

CĂRȚI STRĂINE INTRATE IN BIBLIOTECILE DIN R. S. ROMÂNIA 54,60,64

COMITETUL DE REDACȚIE

A. ANTONESCU, C. AVRAM, ȘT. CARDALEF, V. CHIRIȚĂ, D. COSMA, VL. DAVID, A. DIJMĂRESCU, CTIN. DRAGOMIR, I. DRĂGAN, TR. DUMITRESCU, SUZANA GÂDEA, V. GROSU, VL. HOLBAN, A. IEREMIA, B. KONCZ, P. MARCU, I. MOLDOVAN, N. MURGULEȚ, FL. OPREA, IG. PAVONI, T. SEGĂRCEANU, L. SOFRONI, CL. ȘTEFĂNESCU, I. TRIPȘA, V. VULCU

Redactor responsabil: L. SOFRONI

Șef rubrică: GEORGETA COMȘA

Tehnoredactor: LYDYA POPESCU

Revista METALURGIA, organ al Ministerului Industriei Metalurgice și a Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România – Redacția și administrația, București, str. Academiei 7, Sectorul 1. Telefon: 13.02.28 și 15.81.50/272. Revista este editată de C.D.P.T. – M.I.M. Abonamentele se primesc la administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete tehnice în contul nostru de virament: 30.05.01.00 B.N. a Republicii Socialiste România – Sector 1. M.I.M. – Centrul de documentare și publicații tehnice – București. Tarif pentru întreprinderi: lei 150 anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 48 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul – Întreprinderea Poligrafică „Informația", str. Brezoianu nr. 23–25, Buc.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.T. nr. 560/426/1969

I.P.I. c. 2076

42 406

SOMMAIRE

CD 622.782
Oprescu I., Dumitrașcu P., Vircolacu I. et *Gufu M.* : **La commande complexe de l'installation d'agglomération en vue d'obtenir la production maxima.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 1–6

CD 622.788 :662.6
Hătărăscu Ov. et *Dian L.* : **Expérimentations pour la pré-réduction des pellettes à l'aide des combustibles solides.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 7–10

CD 669.183.2 :669.046.55
Bender A. et *Erdei I.* : **L'influence de certains facteurs sur la combustion du manganèse lors de la désoxydation de l'acier dans le four Martin.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 11–13

CD 621.785 :669.14.018.25
Popescu N., Dumitrescu C. et *Bujoreanu Șt.* : **Recherches concernant les traitements thermiques applicables à l'acier pour outils VSCW 20.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 14–18

CD 669.15–194 :620.178.1
Gâdea Suzana, Protopopescu M. et *Dumitrescu C.* : **Recherches concernant la dureté aux températures élevées d'un acier allié Cr-Mo-V.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 19–22

CD 669.14.018.291.3
Catrinoiu C. : **Aciers béton périodiques à limite élastique élevée.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 23–26

CD 621.74 :001.891
Șontea S. et *Lupșoiu C.* : **Modèle mathématique pour programmer la production dans les fonderies.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 27–30

CD 621.747.51
Nanu A., Sporea I., Brestin A. et *Gheorghiu Șt.* : **L'influence de l'agent d'insoufflage sur le processus de décochage des formes avec un liant silicate de sodium.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 31–34

CD 661.242.8.004.8
Dumitru Lucia, Nicolae P., Mitu A. et *Nadu Florica* : **Contributions concernant la valorification complexe de la pyrite et des cendres de pyrite.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 35–39

CD 622.34 :669.28 :622.782
Grigoriu I. et *Balasanian I.* : **Le modélage du processus de cuisson oxydante du concentré de molybdénite en couche fluidisée.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 40–44

CD 669.131.7 :543
Szöcs Ecaterina : **La détermination rapide du silice et du phosphore contenus dans la fonte.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 45–47

CD 621.74 :658.2
Vacniuc N. : **L'influence des paramètres constructifs et des conditions d'exploitation sur le comportement de l'outillage de coulée.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 48–50

CD 669 14,00 – 486
Ilie Gh. : **Appréciations sur les posibilités d'economiser l'acier.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 51–54

CD 669.621 :7.531.11
Pridvornic M. : **L'influence de la vitesse de déformation sur la résistance à l'écoulement et sur l'ecrouissage des matériaux métalliques.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 55–60

CD 669.041,44 ;66-045.1
Voicu Gh. et *Bratu C.* : **Considérations sur l'échange de la chaleur dans les fours métallurgiques à cuve.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 61–64

CD 669.162.275.12
Chindler N. et *Popa S.* : **Les débuts de la production de la fonte à Hunedoara (II).**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p 65–69.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 622.782

Опреску И., Думитрашку Р., Вырколаку И. и *Гуцу М.:* Комплексное управление агломерационной установки для получения максимальной продукции.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 1–6

ДК 622.788 :662.6

Хэтэрэску О. и *Диин Л.:* Испытания по предварительному восстановлению окатышей при помощи твердых топлив.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 7–10

ДК 669.183.2 :669.046.55

Бендер А. и *Ердей И.:* Влияние некоторых факторов на выгорание марганца при раскислении стали в мартеновской печи.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 11–13

ДК 621.785; 669.14.018·25

Попеску Н., Думитреску К. и *Бужоряну Ст.:* Исследования, касающиеся термической обработки, применяемой для инструментальной стали VSCW 20.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 14–18

ДК 669.15–194 :620.178.1

Гыдя Сузана, Протопопреску М. и *Думитреску К.:* Исследования твердости при повышенных температурах легированной хромомолибденованадиевой стали.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 19–22

ДК 622.14.018.291.3

Катриною К.: Периодические арматурные стали с высоким пределом упругости.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 23–26

ДК 621.74.:001.891

Сонтя С. и *Лупшою К.:* Математическая модель для программирования производства в литейных цехах.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 27–30

ДК 621.747.51

Нану А., Споря И., Брештин А. и *Георгиу Шт.:* Влияние вдуваемого агента для твердения на процесс выбивки форм на основе силикатонатриевого связующего.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 31–34

ДК 661.242.8.004.8

Думитриу Лучия, Николае П., Миту А. и *Флорика Наду:* К комплексному использованию пирита и пиритных огарков.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 35–39

ДК 622.34:669.28:622.782

Григориу И. Баласаниан И.: Моделирование процесса окислительного обжига молибденитового концентрата в кипящем слое.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 40–44

ДК 669.131.7;543

Сзокс Екатерина: Скоростное определение кремния и фосфора в чугуне.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 45–47

ДК 621.74:658.2

Вакнюк Н.: Влияние конструктивных параметров и условий эксплуатации на поведение литейного оборудования.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 48–50

ДК 669.14.004.86

Илин Г.: О возможностях экономии стали

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 51–54

ДК 669.621.7;531.11

Придворник М.: Влияние скорости деформирования на текучесть и упрочнение металлических металлов.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 55–60

ДК 669.041.44:66.045.1

Войку Г. и Брату К.: Соображения, касающиеся теплообмена в металлургических шахтных печах.

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 61–64

ДК 669.162.275.12

Киндлер Н. и Попа С.: Начало производства чугуна в Хунедоаре /2/

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 65–69

INHALT

DK 622.782

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. und *Guțu M.*: **Komplexführung von Agglomerieranlagen zwecks Erzeugung einer maximalen Produktion.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 1–6

DK 622.788 :662.6

Hătărăscu Ov. und *Dian L.*: **Erforschungen über die Vorreduktion der Pelleten mittels festen Brennstoffen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 7–10

DK 669 183. 2 : 669.046.55

Bender A. und *Erdei I.*: **Einfluss einiger Faktoren auf die Verbrennung von Mangan bei Stahldezoxydierung im Siemens-Martin Ofen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 11–13

DK 621.785 :669.14.018.25

Popescu N., Dumitrescu C. und *Bujoreanu Șt.*: **Erforschungen betreffs mögliche Wärmebehandlungen des VSCW 20 Werkzeugstahles.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 14–18

DK 669.15–194 :620.178.1

Gâdea Suzana, Protopopescu M. und *Dumitrescu C.*: **Untersuchungen über die Härte bei Hochtemperaturen eines Cr-Mo-V Legierstahles.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 19–22

DK 669.14.108.291.3

Catrinoiu C.: **Periodischer Baustahl mit hoher Elastizitätsgrenze.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 23–26

DK 621.74 :001.891

Șontea S. und *Lupșoiu C.*: **Mathematisches Modell für Produktionsprogrammierung in Giessereien.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 27–30

DK 621.747.51

Nanu A., Sporea I., Breștin A. und *Gheorghiu Șt.*: **Einfluss des Blasagens auf den Ausschlagungsvorgang der Formen mit Natriumsilikat als Bindemittel.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 31–34

DK 661.242.8.004.8

Dumitru Lucia, Nicolae P., Miltu Alex. und *Nadu Florica*: **Beiträge betreffs Komplexverwertung von Pyrit und Pyritasche.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 35–39

DK 622. 34. :669.28 :622.782

Grigoriu I. und *Balasanian I.*: **Modellierung des oxydierenden Schweberöstvorganges für Molybdenitkonzentrat.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 40–44

DK 669.181.7 :543

Szöcs Ecaterina: **Rasche Bestimmung von Silizium und Phosphor in Gusseisen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 45–47

DK 621.74 :658.2

Vacniuc N.: **Einfluss der Bauparameter und der Betriebsbedingungen auf das Verhalten der Giessausrüstungen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 48–50

DK 669.14.004.86

Ilin Gh.: **Betrachtungen über Möglichkeiten der Stahlersparung.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 51–54

DK 669.621.7 :531.11

Pridvornic M.: **Einfluss der Deformierungsgeschwindigkeit auf die Fliessbeständigkeit und die Kalthärtung der metallischen Stoffe.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 55–60

DK 669.041.44 :66.045.1

Voicu Gh. und *Bratu C.*: **Betrachtungen über den Wärmeaustausch in metallurgischen Schachtöfen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 61–64

DK 669.162.275.12

Chindler N. und *Popa S.*: **Anfänge der Eisenerzeugung im Hüttenwerk Hunedoara (II).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 65–69

CONTENTS

DC 622.782

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. and *Guțu M.* : **Complex control of agglomeration plants in view to obtain a maximal output.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 1–6

DC 622.788 :662.6

Hătărăscu Ov. and *Dian L.* : **Investigations regarding pre-reduction of pellets by means of solid combustibles.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 7–10

DC 669.183.2 :669.046.55

Bender A. and *Erdei I.* : **Influence of several factors upon manganese burning during steel deoxidation in open-hearth furnaces.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 11–13

DC 621.785 :669.14.018.25

Popescu N., Dumitrescu C. and *Bujoreanu Șt.* : **Investigations regarding possible heat-treatments for VSCW 20 tool-steel.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 14–18

DC 669.15–194 :620.178.1

Gâdea Suzana, Protopopescu M. and *Dumitrescu C.* : **Investigations regarding hardness at high temperatures of a Cr-Mo-V alloy-steel.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 19–22

DC 669.14.018.291.3

Catrinoiu C. : **Periodic structural steel with high elastic limit.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 23–26

DC 621.74 :001.891

Șontea S. and *Lupșoiu C.* : **Mathematical model for production programming in foundries.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 27–30

DC 621.747.51

Nanu A., Sporea I., Breștin A. and *Gheorghiu Șt.* : **Influence of blast agent upon knocking-out of moulds having sodium silicate as a binder.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 31–34

DC 661.242.8.004.8

Dumitru Lucia, Nicolae P., Milu Alex. and *Nadu Florica* : **Contributions to the complex processing of pyrite and pyrite cinder.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 35–39

DC 622.34 :669.28 :622.782

Grigoriu I. and *Balasanian I.* : **Simulation of oxidizing roasting in fluidized bed for a molybdenite concentrate.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 40–44

DC 669.131.7 :543

Szöcs Ecaterina : **Fast estimation of silicon and phosphorus in cast iron.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 45–47

DC 621.74 :658.2

Vacniuc N. : **Influence of constructional parametra and of operating conditions upon behaviour of casting equipment.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 48–50

DC 669.14.004.86

Ilin Gh. : **Considerations regarding means of iron saving.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 51–54

DC 669.621.7 :531.11

Pridvornic N. : **Influence of deformation speed upon creep resistance and cold-hardening of metallic materials.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 55–60

DC 669.041.44 : 66.045.1

Voicu Gh. and *Bratu C.* : **Considerations regarding heat exchange in metallurgical shaft furnaces.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 61–64

DC 669.162.275.12

Chindler N. and *Popa S.* : **Beginnings of iron-making in Hunedoara (II).**
Metalurgia 25 (1973), nr. 1–2, p. 65–69

METALURGIA 1—2 1973

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI METALURGICE ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

BUDAPEST 1883

STUDII ŞI CERCETĂRI

Conf. dr. ing. I. Oprescu, prof. ing. P. Dumitraşcu, ing. I. Vîrcolacu şi ing. M. Guţu
Institutul politehnic „Gheorghe Gheorghiu-Dej"
Bucureşti

Conducerea complexă a instalaţiei de aglomerare în vederea obţinerii producţiei maxime

CZ 622.782

La conducerea complexă a instalaţiei de aglomerare, una din funcţiile de performanţă cel mai des folosită, cu implicaţii economice directe, este producţia de aglomerat bun.

În lucrarea de faţă se prezintă un model matematic şi o schemă de conducere cu calculator a instalaţiilor de aglomerare, avînd ca scop maximizarea producţiei de aglomerat bun, prin optimizarea vitezei maşinii de aglomerare şi a circulaţiei aglomeratului mărunt. Modelul a fost elaborat pe cale teoretică şi apoi verificat statistic pe instalaţia de aglomerare de la Combinatul siderurgic — Galaţi; parametrii au fost determinaţi şi prelucraţi statistic pe o perioadă de 50 de zile. Verificarea are un caracter preliminar, ea urmînd a fi extinsă şi definitivată.

Aplicarea modelului matematic este condiţionată de automatizarea convenţională avansată a instalaţiei, în particular interesînd reglarea vitezei motorului maşinii de aglomerare, reglarea înălţimii stratului de încărcătură şi dozarea automată a componenţilor încărcăturii.

Modelul de maximizare a producţiei orare

Producţiile orare de aglomerat total şi bun sînt exprimate de relaţiile:

$$G_{at}=k\cdot B\cdot h_{sa}\cdot\gamma_i\,(100-C)\cdot\eta_p\cdot v_m\cdot 6\cdot 10^{-3},\ \text{tf/h} \quad (1)$$

$$G_{ab}=k\cdot B\cdot h_{sa}\cdot\gamma_i(100-C)(1-m_a)\eta_p\cdot v_m\cdot 6\cdot 10^{-3},\ \text{tf/h} \quad (2)$$

unde: B este lăţimea grătarului maşinii, m;
h_{sa} — înălţimea stratului de încărcătură aglomerată, m;
v_m — viteza maşinii, m/min;
γ_a — greutatea volumetrică a încărcăturii, tf/m³;
C — cantitatea de carbon din încărcătură, tf/h;
η_p — randamentul (pierderi prin praf şi antrenări mecanice);
$m_a=G_{mi}/G_{at}$, G_{mi} — debitul de mărunt în încărcătură, tf/h;
k — coeficientul de neuniformitate a alimentării.

În condiţiile unei înălţimi de strat de încărcătură constante $h_s = ct$, producţia de aglomerat depinde de doi factori principali: viteza cărucioarelor maşinii v_m, care trebuie să aibă permanent valoare optimă, acordată cu valoarea instantanee a vitezei de aglomerare w, mm/s, şi cantitatea de mărunt produsă G_{mp}, care, de asemenea, are o valoare optimă, determinată de dubla corelaţie dintre producţie şi consumul de cocs, pe de o parte, şi dintre rezistenţa şi reductibilitatea aglomeratului, pe de altă parte. Ca urmare, modelul matematic de maximizare a producţiei de aglomerat trebuie să realizeze optimizarea vitezei maşinii şi a cantităţii de mărunt produse din fiecare regim staţionar de funcţionare a instalaţiei.

Modelul elaborat conţine două ecuaţii pentru calculul corecţiilor necesare pentru valoarea vitezei maşinii de aglomerare, respectiv pentru cantitatea de carbon din încărcătură, prin care se reglează cantitatea de mărunt produsă.

Optimizarea vitezei maşinii v_m are la bază principiul coincidenţei lungimii frontului longitudinal de aglomerare L_a, cu lungimea utilă a maşinii L_u.

În regim staţionar, în care viteza de aglomerare $w = ct$, pentru $L_a \leqslant L_u$ rezultă $h_{sa} = h_s$ şi relaţia (1) duce la concluzia că producţia creşte proporţional cu viteza maşinii v_m, iar pentru $L_a > L_u$:

$$h_{sa}=\frac{L_u\cdot w}{v_m}=\frac{k}{v_m} \quad (3)$$

şi din relaţia (1) rezultă că producţia este constantă deoarece creşterea de viteză este anulată de scăderea înălţimii stratului aglomerat. Aceste concluzii sînt ilustrate în figura 1, din care rezultă că pentru fiecare regim staţionar ($w=ct$)

există o valoare optimă a vitezei v_{mopt}, pentru care producția de aglomerat are valoare maximă, această valoare optimă corespunzînd coincidenței $L_a = L_u$. La aceste considerente pur cantitative se adaugă desigur o serie de considerente calitative, tehnologice. Astfel, în cazul

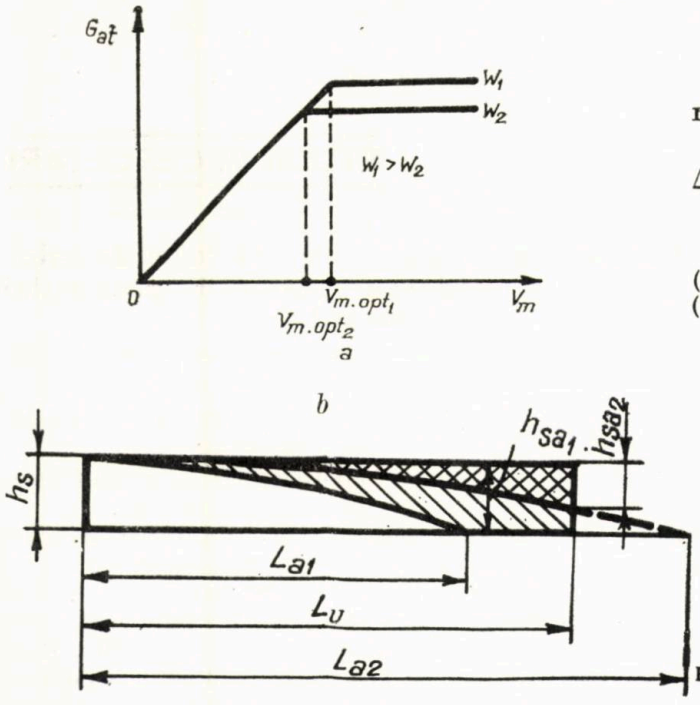


Fig. 1: *a* — Caracteristici statice $G_{at}(v_m)$; *b* — frontul longitudinal de aglomerare.

$v_m < v_{mopt}$, pe lîngă faptul că instalația nu este folosită la capacitatea maximă, stratul de încărcătură complet aglomerată parcurge suplimentar și inutil lungimea $L_u - L_a$, iar în cazul $v_m > v_{mopt}$ rezultă un amestec de aglomerat și încărcătură neaglomerată.

Caracteristicile statice din figura 1 corespund unor valori constante ale vitezei de aglomerare w, factor prin intermediul căruia acționează toate perturbațiile procesului legate de încărcătură, analizate în [1]. Menținerea cît mai constantă și la valoare maximă a acestui parametru, în special pe calea stabilizării caracteristicilor încărcăturii și a optimizării umidității acesteia [2], este de natură să faciliteze optimizarea vitezei mașinii, prin îngustarea domeniului de variație a caracteristicilor statice în zona valorilor maxime ale vitezei de aglomerare w.

Stabilirea valorii v_{mopt} de pe caracteristica statică $G_{ab}(v_m)$ sau $G_{at}(v_m)$ nu se poate face printr-o optimizare directă deoarece aceasta ar necesita determinarea cu precizie a cantității de aglomerat. Ea se face indirect, printr-un model matematic, pe baza dependenței lungimii frontului de aglomerare de viteza mașinii.

Considerînd caracteristica statică din figura 2, la trecerea de la regimul staționar precedent la cel reprezentat de această caracteristică, punctul de funcționare a instalației poate fi 1 (cazul $v_m < v_{mopt}$) sau 2 (cazul $v_m > v_{mopt}$).

Valoarea optimă a vitezei este funcție de valoarea curentă a acesteia prin relația dedusă în [2]:

$$v_{mopt} = v_m \cdot \frac{L_u}{L_a}, \quad \text{m/min} \tag{4}$$

rezultînd corecția de viteză necesară:

$$\Delta v = v_{mopt} - v_m = v_m \cdot \left(\frac{L_u}{L_a} - 1\right), \text{m/min} \tag{5}$$

Această corecție este pozitivă în cazul 1 ($v_m < v_{mopt}$, $L_a < L_u$) sau negativă în cazul 2 ($v_m > v_{mopt}$, $L_a > L_u$).

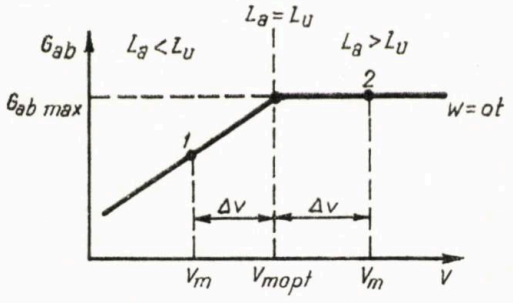


Fig. 2. Determinarea corecției de viteză pe caracteristica $G_{ab}(v_m)$.

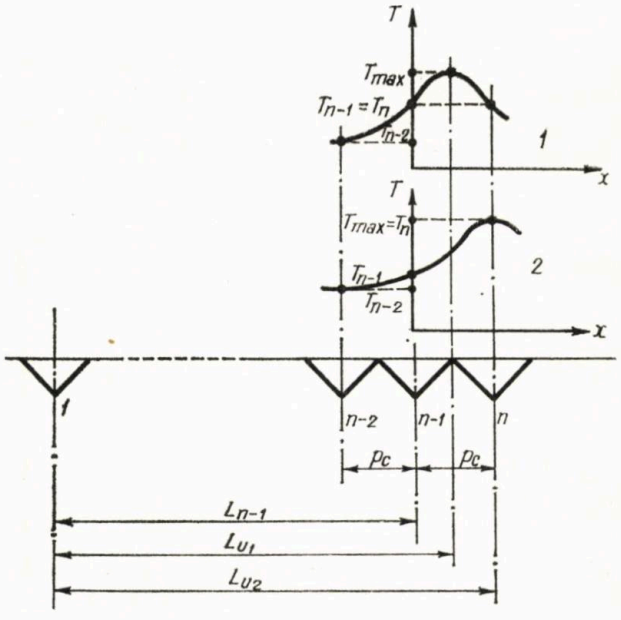


Fig. 3. Distribuția temperaturii în ultimele camere de aspirație: $1 - L_{u1} = L_{n-1} + 0{,}5 \cdot p_c$; $2 - L_{u_2} = L_{n-1} + p_c$.

Stabilirea lungimii frontului longitudinal de aglomerare L_a are la bază distribuția temperaturii gazelor în camerele de aspirație. Această distribuție poate fi considerată aproximativ pa-

rabolică [3], abscisa punctului de maxim al parabolei localizînd punctul de sfîrşit de aglomerare, în care frontul de aglomerare străpunge stratul de încărcătură.

Considerînd originea axelor de coordonate pe axa camerei de aspiraţie $n-1$ (cazul cel mai avantajos pentru calcul), ecuaţia parabolei, determinată prin trei puncte, este (fig. 3):

$$T(x) = \frac{T_{n-2} - 2T_{n-1} + T_n}{2p_c^2} \cdot x^2 - \frac{T_{n-2} - T_n}{2p_c} \cdot x + T_{n-1}, \text{°C}, \quad (6)$$

unde x este abscisa curentă de-a lungul maşinii, m; T_{n-2}, T_{n-1}, T_n — temperaturile măsurate în camerele de aspiraţie $n-2$, $n-1$, respectiv n, °C; p_c — pasul camerelor de aspiraţie, m.

Abscisa punctului de maxim, în care $T = T_{max}$, este:

$$x_{T_{max}} = 0{,}5 \cdot p_c \cdot \frac{T_{n-2} - T_n}{T_{n-2} - 2T_{n-1} + T_n}, \text{ m} \quad (7)$$

Rezultă lungimea frontului longitudinal de aglomerare:

$$L_a = L_{n-1} + 0{,}5 \cdot p_c \cdot \frac{T_{n-2} - T_n}{T_{n-2} - 2T_{n-1} + T_n}, \text{ m} \quad (8)$$

unde L_{n-1} este abscisa camerei de aspiraţie $n-1$, m.

Introducînd relaţia (8) în (5), expresia corecţiei vitezei maşinii va fi:

$$\Delta v_m = v_m \cdot \left(\frac{L_u}{L_{n-1} + 0{,}5 \cdot p_c \cdot \frac{T_{n-2} - T_n}{T_{n-2} - 2T_{n-1} + T_n}} - 1 \right), \text{ m/min} \quad (9)$$

sau direct a vitezei optime:

$$v_{mopt} = v_m \cdot \frac{L_u}{L_{n-1} + 0{,}5 \cdot p_c \cdot \frac{T_{n-2} - T_n}{T_{n-2} - 2T_{n-1} + T_n}}, \text{ m/min} \quad (10)$$

Relaţia (9) constituie prima ecuaţie a modelului de maximizare a producţiei de aglomerat, care determină valoarea optimă în fiecare regim staţionar al vitezei maşinii, astfel ca lungimea frontului longitudinal de aglomerare să coincidă cu lungimea utilă a maşinii.

Lungimea utilă L_u este în general considerată distanţa dintre axa primei camere şi punctul de joncţiune între camerele $n-1$ şi n. În acest caz (fig. 3, cazul 1):

$$L_{u_1} = L_{n-1} + 0{,}5 \cdot p_c \quad (11)$$

şi rezultă condiţia preliminară ca lungimea frontului longitudinal de aglomerare să coincidă cu lungimea utilă:

$$T_{n-1} = T_n \quad (12)$$

Considerînd însă că se poate mări viteza maşinii şi deci producţia de aglomerat mărind lungimea utilă pînă la axa ultimei camere atunci (fig. 3, cazul 2):

$$L_{u_2} = L_{n-1} + p_c \quad (13)$$

şi condiţia (12) devine în acest caz:

$$T_n = \frac{4T_{n-1} - T_{n-2}}{3} \quad (14)$$

Respectarea condiţiei (12), respectiv (14), corespunde valorii optime a vitezei maşinii, deci producţiei maxime de aglomerat. Stricarea acestei egalităţi corespunde trecerii instalaţiei în alt regim staţionar, caracterizat printr-o altă caracteristică statică $G_{ab}(v_m)$.

Optimizarea celui de-al doilea factor de care depinde producţia de aglomerat, cantitatea de mărunt, se realizează reglînd cantitatea de mărunt produsă la valoarea de referinţă optimă m_{aopt}, prin varierea conţinutului de carbon al încărcăturii.

Valoarea m_{aopt} corespunde compromisului optim din punct de vedere tehnologic dintre consumul specific de cocs şi producţia de aglomerat, pe de o parte, şi rezistenţa şi reductibilitatea aglomeratului, pe de altă parte. Ea se stabileşte pe baza considerentelor tehnologice [1] şi se găseşte la majoritatea instalaţiilor în domeniul $m_{aopt} = 250 - 400$ kgf/tf aglomerat total [4].

Echilibrarea circulaţiei măruntului este una din condiţiile de bază pentru asigurarea unui regim staţionar cît mai stabil al instalaţiei. Ea constă în realizarea, în regim staţionar cît mai stabil, a egalităţii:

$$G_{mp} = G_{miopt}, \text{ tf/h} \quad (15)$$

care condiţionează deci valoarea minimă a cantităţii de mărunt produsă.

În condiţiile stabilizării caracteristicilor fizico-chimice ale încărcăturii [2], menţinerea egalităţii (15) se poate realiza acţionînd asupra factorului G_{mp}, prin variaţia conţinutului de carbon în încărcătură.

Considerînd că în încărcătură se reglează rapoartele $m = G_{mi}/G_m$ şi $c = C/G_m$ (G_{mi}, G_m, C, cantităţile respective de mărunt, minereu, carbon din încărcătură, tf/h), se stabileşte valoarea de referinţă :

$$m_0 = \left(\frac{G_{mi}}{G_m}\right)_{opt}, \text{ tf mărunt/tf minereu} \quad (16)$$

şi se calculează cantitatea de mărunt din încărcătură :

$$G_{mi} = m_0 \cdot G_m, \text{ tf/h} \quad (17)$$

Dependenţa dintre cantitatea de carbon din încărcătură şi cantitatea de mărunt este dată de o ecuaţie liniară de tipul :

$$c = a - b \cdot m \quad (18)$$

constantele a şi b determinîndu-se prin analiza statistică pentru fiecare instalaţie în parte.

Rezultă relaţia de calcul al valorii conţinutului de carbon al încărcăturii pentru echilibrarea circulaţiei măruntului :

$$c = c_0 - b\,(m_0 - m) \quad (19)$$

sau corecţia necesară :

$$\Delta c = -b\,(m_0 - m) \quad (20)$$

unde :

c_0 este valoarea corespunzătoare lui m_0.

Deranjarea regimului staţionar în care $m = m_0$ este cauzată fie de variaţia aleatoare, sub acţiunea perturbaţiilor, a cantităţii de mărunt produse G_{mp}, fie de variaţia dozajului de minereu în încărcătură G_m, necesitată de stabilizarea caracteristicilor chimice ale acesteia [2], după cum se ilustrează grafic în figura 4.

Relaţia (19) sau (20) constituie cea de-a doua ecuaţie a modelului pentru maximizarea producţiei de aglomerat.

Particularizarea şi verificarea preliminară a modelului

Pentru instalaţia de aglomerare de la C.S.— Galaţi, caracteristicile statice $G_{at}(v_m)$ şi $G_{ab}(v_m)$ au ecuaţiile medii statistice :

$$G_{at} = 93{,}74 \cdot v_m, \text{ tf/h, pentru } v_m \leqslant v_{mopt} \quad (21)$$

$$G_a = 358, \text{ tf/h, pentru } v_m \geqslant v_{mopt} \quad (22)$$

$$G_{ab} = 47{,}53 \cdot v_m, \text{ tf/h, pentru } v_m \leqslant v_{mopt} \quad (23)$$

$$G_{ab} = 188{,}46, \text{ tf/h, pentru } v_m \geqslant v_{mopt} \quad (24)$$

Aceste caracteristici sînt trasate grafic în figura 5.

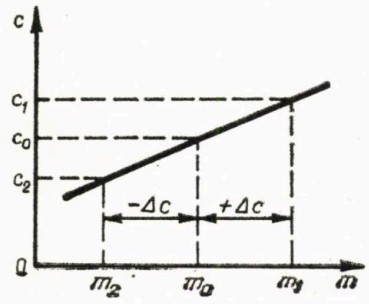


Fig. 4. Determinarea corecţiei de conţinut de carbon al încărcăturii la variaţia cantităţii de mărunt produse G_{mp}.

Lungimea frontului longitudinal de aglomerare rezultă (8) :

$$L_a = 50{,}2 + 0{,}5 \cdot 1{,}8 \times 0{,}454 = 50{,}6, \text{m} \quad (25)$$

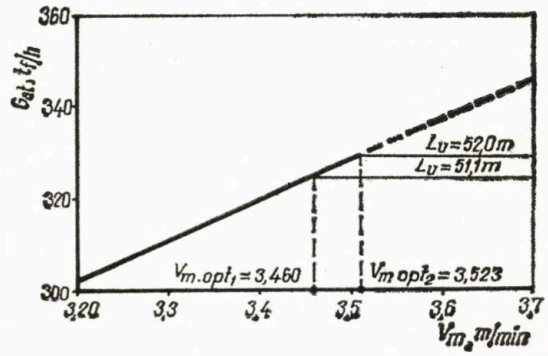


Fig. 5. Caracteristica statică $G_{at}(V_m)$ pentru instalaţia de la C.S. — Galaţi.

Viteza medie statistică a maşinii fiind v_m = = 3,42 m/min, se determină corecţia de viteză pentru L_u = 51,1 m (ecuaţia generală 9) :

$$\Delta v_m = 3 \cdot 42 \cdot \left(\frac{51{,}1}{50{,}6} - 1\right) = 0{,}04, \text{ m/min} \quad (26)$$

și rezultă viteza optimă :

$$v_{mopt} = 3{,}46, \text{ m/min} \qquad (27)$$

Dacă se consideră lungimea utilă $L_u = 52{,}0$ m (axa ultimei camere de aspirație), corecția de viteză (27) devine :

$$\Delta v_m = 3{,}42 \cdot \left(\frac{52{,}0}{50{,}6} - 1\right) = 0{,}10, \text{ m/min} \qquad (28)$$

și viteza optimă :

$$v_{mopt} = 3{,}52, \text{ m/min} \qquad (29)$$

Caracteristicile statice corespund la o valoare medie a vitezei de aglomerare $w = 27$ mm/min și la un timp mediu de aglomerare $t_a = 14{,}8$ min.

Se poate trage concluzia că instalația funcționează aproape de condițiile optime, aglomerarea terminîndu-se cu puțin înainte de finele zonei utile ($L_u - L_a = 0{,}5$ m, respectiv 1,4 m, în cele două variante). Există însă rezerve de mărime a productivității, deloc neglijabile, și anume cu 2,7 %, respectiv 6,0 %, în cele două variante.

Constantele a și b din ecuația (18) au valorile medii statistice $a = 0{,}108$ și $b = 0{,}0362$, ecuația (18) de legătură între conținutul de carbon al încărcăturii și cantitatea de mărunt avînd forma particulară :

$$c = 0{,}108 - 0{,}0362\, m \qquad (30)$$

Dreapta de reglare (14) a conținutului de carbon al încărcăturii rezultă cea din figura 6, iar ecuația (20) de corecție devine :

$$\Delta c = -0{,}0362\,(m_0 - m) \qquad (31)$$

unde : $m_0 = (G_{mi}/G_m)_{opt} = 0{,}6$ (valoare medie).

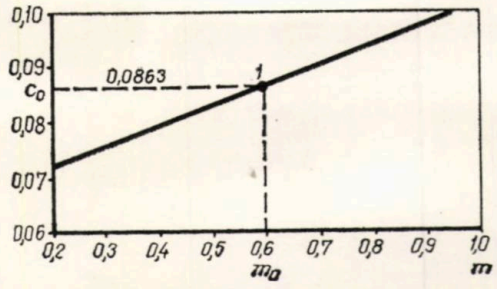


Fig. 6. Dreapta de reglare a conținutului de carbon al încărcăturii: *1* — punctul de referință (medie statistică).

Schema de conducere

Conducerea procesului de aglomerare, pe baza modelului propus, se efectuează conform schemei de principiu din figura 7.

Subansamblul de calcul S_1 calculează valoarea optimă a vitezei mașinii, fiind programat

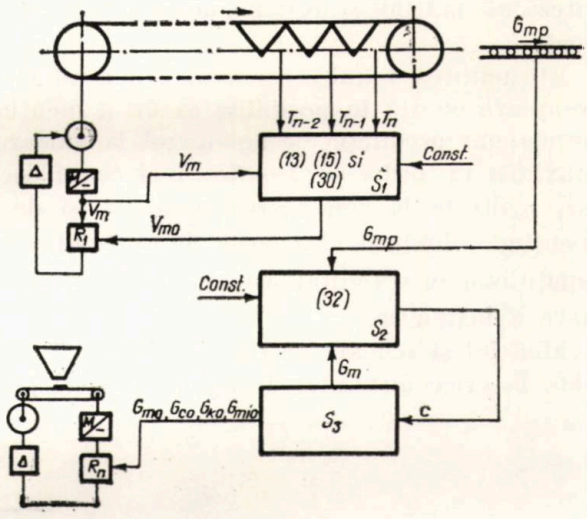


Fig. 7. Schema de conducere a instalației pentru maximizarea producției de aglomerat.

pentru ecuațiile corespunzătoare. Atît timp cît condiția (12) este îndeplinită, instalația este în regim staționar și nu este necesară corecția de viteză. La deranjarea egalității (12), după o temporizare egală cu durata medie de aglomerare, se calculează noua valoare optimă a vitezei cu relația (10), această valoare fiind noua valoare de referință a regulatorului R_1 de viteză de rotație a motorului mașinii de aglomerare.

Subansamblul de calcul S_2 calculează valoarea necesară a conținutului de carbon în încărcătură pentru echilibrarea circulației măruntului, fiind programat pentru ecuația (30). El lucrează împreună cu subansamblul S_3 de comandă a dozării încărcăturii, care comandă regulatoarele R_n ale dozatoarelor de minereu, calcar, cocs și mărunt. Subansamblul S_2 primește de la S_3 valoarea dozajelor de minereu din încărcătură G_m. Dacă variază cantitatea de mărunt produsă G_{mp}, cîntărită în flux, subansamblul calculează noua valoare c pe care o transmite subansamblului S_3. Acesta calculează noua valoare de referință a dozajului de cocs G_{ko}, pe care o transmite regulatorului R_n corespunzător.

Concluzii

S-au stabilit şi verificat preliminar un model matematic şi o schemă de conducere a instalaţiei de aglomerare pentru maximizarea producţiei de aglomerat, prin optimizarea valorilor vitezei maşinii şi a cantităţii de mărunt produse. Schema de conducere constă în esenţă în cuplarea în cascadă a calculatorului cu regulatoarele de viteză ale maşinii şi de dozaj de cocs în încărcătură.

Eficacitatea tehnico-economică a conducerii complexe constă în posibilitatea de a menţine permanent producţia de aglomerat la valoarea maximă, în medie cu 2 — 3 % mai mare decît cea realizată la conducerea manuală şi de a menţine echilibrul circulaţiei măruntului, care condiţionează stabilitatea regimului de funcţionare a instalaţiei.

Modelul şi schema de conducere pot fi aplicate la orice instalaţie de aglomerare cu grad avansat de automatizare convenţională. Ecuaţiile (10) şi (30) ale modelului pot fi programate pe un subansamblu al unui calculator de proces sau poate fi utilizat un dispozitiv de calcul mai simplu, lucrîndu-se în circuit închis sau, eventual, deschis.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dumitraşcu P., Oprescu I., Vîrcolacu I. şi Guţu M. *Analiza procesului de aglomerare în vederea conducerii complexe cu model matematic.* Studii şi cercetări de metalurgie, nr. 2, 1972, p. 115—125.

[2] Dumitraşcu P., Oprescu I., Vîrcolacu I. şi Guţu M. *Mathematical Model to Control the Sintering Plant of Iron Ores.* Revue roumaine des sciences techniques, nr. 2, 1972, p. 83—91.

[3] Erpelding M. *Marche automatisée d'une bande d'agglomération.* Journées Internationales de Sidérurgie, Automation, Amsterdam, 1965, p. 72—79.

[4] Boucrat M. şi Rochas R. *L'agglomération sur grille des minerais de fer.* Revue de Métallurgie, nr. 12, 1968, p. 835—844.

Ing. Ov. Hătărăscu şi ing. L. Dian
Institutul de cercetări metalurgice — Bucureşti

Experimentări pentru prereducerea peletelor cu ajutorul combustibililor solizi

CZ. 622.788:662.6

Ca urmare a creşterii disponibilului de minereuri sau concentrate fine, producţia de pelete pe plan mondial marchează o curbă ascendentă atingînd, în anul 1968, 107,8 mil. t [1]. După unele surse această capacitate ar fi depăşit 120 mil. t în anul 1970.

În ultimii ani tehnica peletizării minereurilor de fier a evoluat mult apărînd şi procedee care urmăresc obţinerea peletelor prereduse (metalizate). În funcţie de natura combustibilului folosit, precum şi de tipul cuptorului de reducere, se disting în ultima vreme două tendinţe principale pentru prereducerea peletelor sau a minereurilor de fier :

— Cuptor cu cuvă folosind agent reducător gazos provenit fie din conversia metanului, fie din gazeificarea cocsului (Purofer, Midrex, Wiberg, ICEM);

— Cuptor de reducere rotativ, folosind agent reducător solid (SL/RN, Elektrokemisk etc.).

Face excepţie de la prima categorie procedeul H. y. L. care în loc de cuptor cu cuvă fixă utilizează cuptoare basculante.

Dintre procedeele de prereducere în cuptor rotativ folosind combustibili solizi se remarcă, în mod deosebit, procedeul SL/RN, care a reuşit să fie transpus în faza industrială în mai multe regiuni de pe glob, instalaţiile construite pînă la sfîrşitul anului 1970 însumînd o capacitate anuală de circa 1,8 mil. t pelete prereduse [2].

Ţinînd seamă de cele menţionate, precum şi de posibilitatea producerii în R. S. România a unor concentrate, corespunzătoare din punct de vedere granulometric pentru peletizare, la ICEM s-au făcut experienţe în vederea obţinerii peletelor prereduse, folosind în acest scop combustibili solizi.

Aspecte termodinamice şi cinetice. Reducerea oxizilor de fier cu carbonul existent în combustibilii solizi este puternic endotermă şi are loc după următoarea reacţie generală :

$$Fe_n\ O_m + mC \rightarrow nFe + mCO\ ;$$

$$\Delta H_{25}^{\circ} = +\ 1050{,}1\ \text{kcal/kg Fe}$$

În realitate reducerea cu carbon se face prin intermediul monoxidului de carbon astfel :

$$Fe_n\ O_m + mCO \rightarrow nFe + mCO_2$$

$$mCO_2 + mC \rightarrow 2\ mCO$$

Acest lucru arată că la reducerea oxizilor de fier cu carbon solid joacă un rol deosebit reacţia de gazeificare a carbonului denumită şi reacţia Bell-Boudouard.

Suprapunînd peste diagrama de echilibru a reducerii oxizilor de fier cu monoxid de carbon curba de echilibru a reacţiei Bell-Boudouard la o presiune de 1 at se deduce că reducerea la fier cu ajutorul carbonului începe de la o temperatură de circa 700°C (fig. 1). Pentru aceste condiţii, faza gazoasă se compune din circa 40 % CO_2 şi 60% CO [3].

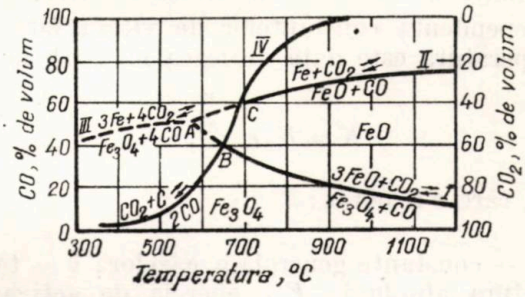


Fig. 1. Curbele de echilibru din sistemul fier-oxigen-carbon.

Pentru presiuni mai mari, temperatura începutului de apariţie a fierului metalic creşte, ca urmare a deplasării spre dreapta a curbei de disociere a monoxidului de carbon [4].

În ceea ce priveşte cantitatea stoechiometrică de carbon necesară reducerii, pentru o tonă de fier existent în 1 431 kg de Fe_2O_3 sau în 1 381 kg de Fe_3O_4 şi din care în acest scop este nevoie să se elimine circa 400 kg de oxigen, trebuie avut în vedere modul cum acţionează carbonul în procesul de reducere. Dacă reducerea cu carbon solid se opreşte la faza de monoxid de carbon sînt necesare, în acest scop, 300 kg carbon. Dacă oxidul ia parte în continuare la reducere, nu sînt necesare decît 150 kg de carbon.

Un alt aspect important, care vizează direct productivitatea instalaţiilor de reducere cu carbon, este viteza de reducere.

Corespunzător celor două reacţii există viteza de reducere V_1 şi viteza de gazeificare a carbonului V_2 [5]. Viteza de reducere la un moment dat poate fi determinată cu relaţia :

$$V_1 = -\frac{dR}{dt} = K_1\, O_m (C - C_{e1}),$$

unde :

O_m reprezintă cantitatea de oxigen existentă în minereu în momentul respectiv; C — presiunea parţială a monoxidului de carbon în

momentul respectiv; C_{gl} — presiunea parţială a monoxidului de carbon la echilibru.

Viteza de gazeificare a carbonului cu ajutorul bioxidului de carbon la un moment dat se poate scrie:

$$V_2 = -\frac{dC}{dt} = K_2 M_c (C_{glB} - C),$$

unde:

M_c este cantitatea de carbon existentă în orice moment, raportată la volumul de minereu sau, respectiv, la volumul buretelui de fier; C_{glB} — presiunea parţială a monoxidului de carbon din reacţia Boudouard, la echilibru.

În expresiile arătate $C_{gl} < C < C_{glB}$, iar K_1 şi F_2 sînt două constante, dependente de temperatură, presiune şi compoziţia gazelor, denumite şi constante de viteză efective.

Dependenţa constantelor de viteză faţă de temperatură este dată de legea lui Arrhenius:

$$K = K_0 e^{-\frac{E}{R\theta}},$$

în care s-a notat:

R — constanta generală a gazelor; θ — temperatura absolută; E — energia de activare; K_0 — constanta de frecvenţă.

În condiţii similare o energie de activare mai mare înseamnă o viteză de reacţie mai mică şi invers.

Fluxul tehnologic de materiale pentru prereducerea peletelor cu combustibili solizi, în cuptor rotativ, este prezentat în figura 2.

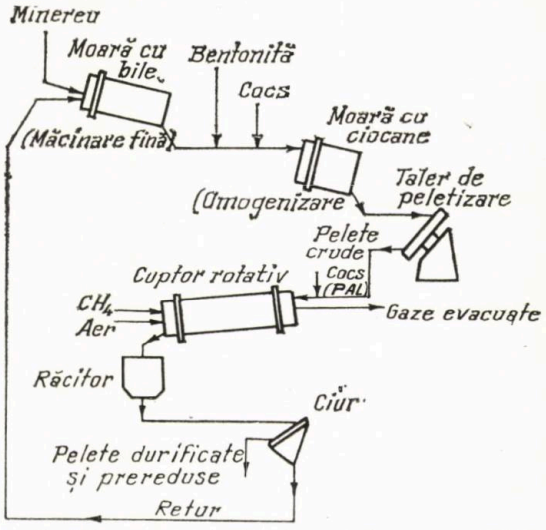


Fig. 2. Schema tehnologică de prereducere a peletelor în cuptor rotativ.

Conform acestei scheme, cu excepţia concentratului de Teliuc, atît ţunderul, cît şi minereul indian s-au măcinat într-o moară cu bile pentru a avea o fineţe corespunzătoare în vederea peletizării. Analizele granulometrice ale acestor materiale, înainte de peletizare, sînt prezentate în tabela 2.

Drept agent reducător solid şi combustibil s-a utilizat cocs şi cărbune PAL, avînd o compoziţie chimică care rezultă din tabela 3.

Tabela 1

Materialul	Compoziţia chimică, %								
	Fe_{tot}	FeO	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	C	S
Ţunder	71,90	54,90	0,51	—	—	—	—	0,10	0,020
Minereu indian	57,12	5,74	9,35	2,45	—	—	0,49	1,67*	0,064
Concentrat Teliuc	50,45	22,25	7,10	0,38	2,75	6,29	—	1,69	1,29

* Rezultat din impurificare la depozitare.

Tabela 2

Materialul	Granulaţia mm, %									
	sub 0,05	0,05–0,063	0,063–0,09	0,09–0,125	0,125–0,16	0,16–0,20	0,20–0,25	0,25–0,315	0,315–0,4	0,4–0,63
Concentrat Teliuc	13	14	22	17	11	7	7	5	3	1
Ţunder	12	14	15	12	21	18	4	2	2	—
Minereu indian	4	6	18	18	12	12	10	8	8	4

Prereducerea peletelor în cuptor rotativ. La experimentările de prereducere au fost utilizate ca minereuri de fier concentratul de Teliuc, minereul de India şi ţunderul rezultat din procesul de laminare, a căror compoziţie chimică este prezentată în tabela 1.

Tabela 3

Materialul	Compoziţia chimică, %				
	C_{fix}	M.V.	S	A	W
Cocs	85,38	1,0	1,37	13,3	0,32
Cărbune PAL	50,82	37,62	2,00	11,56	4,15

După măcinare, minereului i s-a adăugat circa 2 % bentonită ca liant și circa 15 % praf de cocs, amestecul urmînd a fi omogenizat într-o moară cu ciocane. Adaosul de praf de cocs are ca scop de a obține pelete mixte (oxid de fier + carbon) unde să se asigure un contact intim între agentul reducător și oxidul de fier, scontîndu-se astfel pe o creștere a vitezei reacției de reducere.

Amestecul format din praf de minereu și cocs a fost apoi trecut pe un taler de peletizare, avînd următoarele caracteristici: diametrul, 1 000 mm; înclinare, 45°; viteza de rotație, 15 rot/min.

Obținerea unor pelete cu un diametru de 10—15 mm s-a făcut prin adaos de apă, chiar în momentul peletizării pe taler, umiditatea finală a peletelor crude fiind de 12—13 %.

Productivitatea peletizorului, precum și rezistența la compresiune a peletelor mixte obținute, este arătată în tabela 4.

Tabela 4

Denumirea materialului	Productivitatea, kg/h	Rezistența la compresiune, kg/peletă
Concentrat Teliuc	70	1,94
Minereu indian	75	1,62
Țunder	50	1,10

Din tabela 4 se poate constata că amestecul de țunder și cocs are o slabă capacitate de peletizare comparativ cu concentratul de Teliuc sau cu minereul indian. De asemenea, rezistența la compresiune a peletelor obținute din țunder și cocs este cea mai mică, totuși ea se află deasupra limitelor minime, de 0,7—1,0 kg/peletă, indicate de literatura de specialitate pentru o rezistență suficientă la manipularea peletelor crude în vederea durificării lor [6].

În continuare peletele crude au fost supuse procesului de durificare și prereducere într-un cuptor rotativ avînd următoarele caracteristici: lungimea, 12 m; diametrul interior, 0,5 m; viteza de rotație, 1,54 rot/min; înclinarea, 3°.

Încărcarea peletelor s-a făcut pe la capătul superior al cuptorului, iar evacuarea lor, într-un siloz din tablă, amplasat la extremitatea inferioară a cuptorului unde se află montat și arzătorul pentru gaz metan și aer necesar încălzirii cuptorului. În timpul durificării și prereducerii, peletele s-au deplasat în lungul cuptorului, în contracurent cu gazele arse. Silozul în care sînt prinse peletele la capătul de jos al cuptorului este prevăzut cu un șubăr, cu ajutorul căruia s-au putut efectua periodic evacuări în containere de tablă cu capac, care se etanșează cu pămînt argilos și care permit răcirea peletelor prereduse în absența aerului, evitîndu-se astfel posibilitatea reoxidării lor.

Încărcarea cuptorului cu material s-a făcut la intervale de 30 min. O dată cu peletele s-a introdus în cuptor cărbune PAL sau cocs, drept agent reducător suplimentar, avînd granulația cuprinsă între 0,1 și 0,5 mm, în proporție de 50 % față de pelete.

Parametrii principali ai procesului de durificare și prereducere a peletelor sînt arătați în tabela 5.

Tabela 5

Denumirea	Pelete din:			
	Țunder	Minereu indian	Minereu indian	Concentrat Teliuc
Temperatura medie la intrare în cuptor, °C	452	515	327	482
Temperatura medie la ieșire din cuptor, °C	1060	1032	1034	1065
Consum specific de cocs, kg/t	—	—	659	1088
Consum specific de cărbune PAL, kg/t	790	769	—	—
Consum specific de cocs adăugat în pelete, kg/t	217	235	227	307,1
Compoziția chimică a peletelor: C, %	0,39	0,64	1,24	0,10
Fe_{tot}, %	73,66	60,18	66,0	64,02
Fe_{met}, %	29,38	20,92	37,18	47,23
Gradul de reducere, %	40,0	34,7	56,3	73,85
Rezistența la compresiune, kg/peletă	119	107	103	103
Porozitatea, %	43,0	41,2	40,4	45,7

În cadrul experiențelor efectuate s-a studiat comportarea cărbunelui PAL comparativ cu a cocsului, adăugat în proces concomitent cu peletele mixte. În acest sens cărbunele PAL a fost utilizat în cazul țunderului și minereului indian. Din tabela 5 rezultă consumurile specifice de cărbune PAL, realizate în cazul celor două materiale, peletele obținute avînd un grad de reducere de 35 — 40 %.

Cu același minereu indian s-au făcut apoi experimentări de prereducere, folosindu-se cocs mărunt pentru adaos. Consumul specific obținut rezultă din tabela 5, peletele prereduse avînd un grad de reducere mai mare decît în cazul cărbunelui PAL, de 56 %. Aceste încercări au arătat că cărbunele PAL poate fi utilizat în cuptorul rotativ ca un reducător suplimentar pentru prereducerea peletelor, la un grad de reducere menționat în tabela 5 față de cel realizat în cazul utilizării cocsului. Cărbunele PAL are avantajul de a fi mai ieftin decît cocsul și de a avea un conținut ridicat de materii volatile care pot, de asemenea, acționa ca reducători în procesul de reducere.

S-a mai constatat că cea mai mare parte din cărbunele PAL introdus în cuptor împreună cu peletele mixte arde în prima jumătate a cuptorului rotativ. În consecință, materiile volatile care se degajă nu au fost utilizate la reducere decît pe o porțiune relativ mică (cca. 1/3 din lungime) a cuptorului. Rezultă, în concluzie, că pentru a mări eficacitatea utilizării în procesul de prereducere a cărbunelui PAL sau a cărbunilor

cu conținut ridicat de materii volatile, acestea trebuie introduse în cuptor într-o zonă foarte apropiată de capătul de evacuare. Practic această problemă poate fi rezolvată utilizîndu-se un dispozitiv cu aer comprimat care să fie capabil de a introduce cărbunele PAL sub forma unui jet pînă la o depărtare de cîțiva metri de capătul de evacuare al cuptorului.

De asemenea, mai poate fi practicat în mantaua cuptorului, într-o zonă apropiată de focar, un orificiu pentru introducerea cărbunelui PAL.

Pentru o perioadă de 24 h de funcționare s-au efectuat bilanțurile de materiale; în cazul minereului indian, acesta este reprezentat grafic în figura 3.

Din aceste bilanțuri rezultă că peletele prereduse conțin mărunt (sub 5 mm) în proporții variabile între 20 și 30 % față de peletele ieșite din cuptor. Ca și la celelalte procedee pentru obținerea peletelor prereduse acest mărunt urmează a fi recirculat și reintrodus în proces. Proporția destul de mare de material mărunt sub 5 mm a rezultat ca urmare a utilizării peletelor crude fără o prealabilă uscare.

A fost calculată și viteza medie de reducere obținută în cuptorul rotativ în condițiile parametrilor menționați în tabela 5, cu ajutorul următoarelor relații:

$$V = \frac{O_i - O_{Fe}}{t}$$

unde:

O_i este cantitatea de oxigen existentă în minereul introdus în cuptor, kg; O_{Fe} — cantitatea de oxigen rămasă în peletele prereduse, kg; t — timpul în care a avut loc reducerea, h.

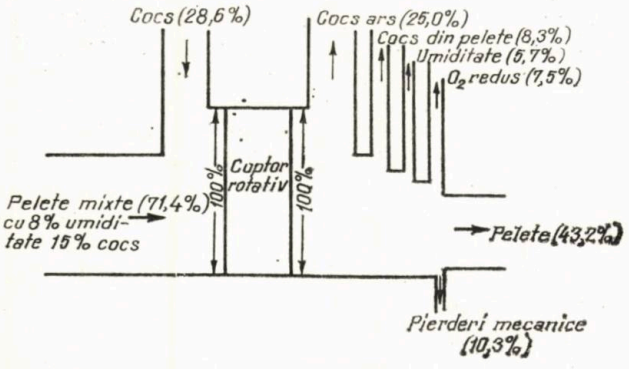


Fig. 3. Bilanțul de materiale pentru peletele mixte obținute din minereu indian.

Pentru cazurile analizate vitezele de reducere exprimate în kg oxigen eliminat din minereu pe oră sînt următoarele: țunder, 2,50 kg O_2/h; minereu indian și PAL, 1,67 kg O_2/h; minereu indian și cocs, 3,85 kg O_2/h; concentrat Teliuc, 5,10 kg O_2/h.

Se poate constata că, utilizarea cocsului în locul cărbunelui PAL ca agent reducător suplimentar, într-o proporție mai mare, duce la creșterea vitezei de reducere de la 1,67 kg O_2/h la 3,85 kg O_2/h și la 5,10 kg O_2/h.

Pe baza experiențelor efectuate a fost conceput un proces tehnologic îmbunătățit atît din punct de vedere al indicilor tehnico-economici

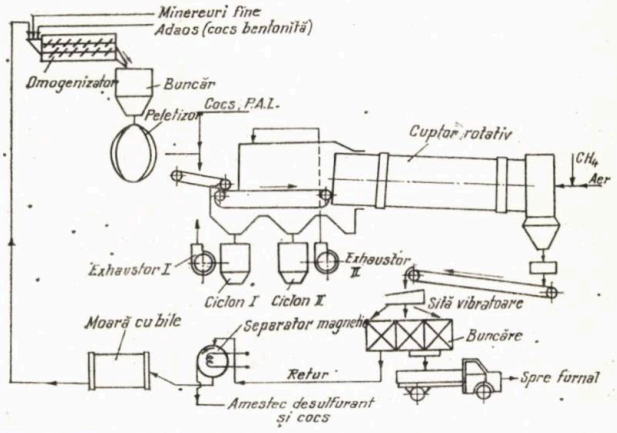


Fig. 4. Fluxul tehnologic de materiale și gaze pentru obținerea peletelor prereduse.

ai procedeului, cît și din punct de vedere al gradului de prereducere a peletelor obținute, proces reprezentat schematic în figura 4. Procedeul ar asigura obținerea peletelor prereduse din minereuri de fier sau concentrate a căror conținut de fier este mai mic de 60 %. Instalația prezentată în această schemă este prevăzută cu un cuptor rotativ unde peletele sînt introduse în stare caldă, preîncălzire care se face într-un cuptor cu bandă, cu ajutorul gazelor rezultate din procesul de reducere. După reducere materialul mărunt se macină și se introduce din nou în procesul de peletizare.

Experimentările efectuate la scară pilot au arătat posibilitatea reducerii directe a peletelor crude, obținute din minereuri fine, în cuptor rotativ, cu ajutorul combustibililor solizi. S-a experimentat prereducerea peletelor mixte (minereu + praf de cocs), folosindu-se în mod suplimentar praf de cocs sau cărbune PAL. Din experimentări au rezultat pelete prereduse cu un grad de reducere cuprins între 34,7 și 73,85 % și cu o rezistență la compresiune de 100 — 120 kg/peletă. Peletele cu astfel de caracteristici pot fi folosite în încărcătura furnalelor în vederea reducerii consumului specific de cocs.

BIBLIOGRAFIE

[1] A s t i e r I. Revue de métallurgie, nr.12, 1968, p. 813–833.

[2] W o l f g a n g J a n k e și H o r s t G a r b e. Metallgesellschaft A. G., nr. 12, 1969, p. 16–31.

[3] D u r r e r R. *Réduction des minerais de fer*. Paris, Dunod, 1957.

[4] T r i p ș a I. ș.a. *Bazele teoretice ale metalurgiei extractive*. București, Editura tehnică, 1967.

[5] S e r b e n t H. și K r a i n e r H. *Încercări de reducerea minereurilor de fier și a peletelor în cuptor rotativ*. Congresul internațional asupra producerii și utilizării minereurilor de fier reduse. Evian, 1967.

[6] S t r u v e G. V. Chemie — Ingineur — Tehnic, nr. 10, 1964, p. 1019–1027.

Ing. A. Bender și tehn. I. Erdei
Centrala siderurgică — Reșița

Influența unor factori asupra arderii manganului la dezoxidarea oțelului în cuptorul Martin

CZ 669.183.2:669.046.55

În urma cercetărilor efectuate în anii trecuți privind dezoxidarea oțelului elaborat în cuptoarele Martin de la Combinatul siderurgic Reșița s-a putut stabili influența unor factori tehnologici asupra arderii manganului la dezoxidare [1], [2].

Pierderile fiind foarte mari (40—55 % de obicei), cu variații de la 20 pînă la 70 %, a apărut necesitatea de a se analiza starea băii de oțel și a zgurei înainte de dezoxidare, metoda de dezoxidare, gradul de dezoxidare a băii, puterea de oxidare a zgurei, precum și durata de menținere după adăugarea dezoxidanților în cuptor, inclusiv perioada evacuării.

Importanța problemei din punct de vedere economic rezultă din datele statistice care atestă că numai consumul de feromangan reprezintă aproximativ 2,5 — 3 % din prețul de cost al oțelului.

După unii autori [3] arderea manganului la dezoxidarea cu feromangan în cuptor variază între 10 și 40 %. S-a constatat că arderea este cu atît mai mare, cu cît conținutul de carbon al oțelului este mai mic, fiind funcție și de durata de menținere a oțelului în cuptor după adăugarea feromanganului.

La C.S.R. s-a obținut micșorarea pierderilor de mangan prin utilizarea silicomanganului la dezoxidare în cuptor a oțelurilor calmate și aliate și prin adăugarea feromanganului în oala de turnare la oțelurile necalmate.

În prezenta lucrare se prezintă oțelurile calmate ținîndu-se seamă de efectul dezoxidantului, de cantitatea de oxigen legată sub formă de oxizi, de viteza de decantare a produselor de dezoxidare și, în final, de prețul de cost al dezoxidantului. În cursul experimentărilor la cinci șarje de oțel s-a practicat o predezoxidare cu ferosiliciu cu 45 % siliciu care s-a adăugat în cuptor în cantitate de 1,63 pînă la 2,19 kg/t oțel. După 4 pînă la 5 min s-a efectuat dezoxidarea cu silicomangan. Arderea manganului în acest caz a fost destul de ridicată, cifrele maxime depășind 40 %. Deoarece circa 2 kg de ferosiliciu cu 45 % Si pe tona de oțel la un preț al acestuia de 2,5 lei/kg reprezintă o sporire a prețului de cost cu circa 5 lei/t, această metodă nu apare avantajoasă. O situație mai avantajoasă se obține în cazul folosirii aluminiului datorită eficacității sale, corelat și cu un preț de cost mai convenabil.

La elaborarea a 17 șarje de oțel de diferite mărci, în majoritate cu carbon scăzut, s-a încercat o predezoxidare cu circa 200 — 300 g Al/t oțel. Aluminiul, sub formă de bucăți de aproximativ 10 kg, a fost introdus în baia metalică cu 3 — 5 min înainte de dezoxidarea propriu-zisă. Au fost colectate probe de oțel înainte de introducerea aluminiului, înainte de dezoxidare și la evacuarea șarjei.

Efectuîndu-se calculele de ardere a manganului s-a determinat o cifră medie de 35,20 %.

În aceeași perioadă de timp, la diferite cuptoare s-au luat în considerare și nouă șarje de referință la care nu s-a modificat tehnologia, ci doar s-au colectat probe de oțel. Arderea medie de mangan a fost de 43,42 %.

În figura 1 este prezentată influența adaosului de aluminiu asupra arderii manganului

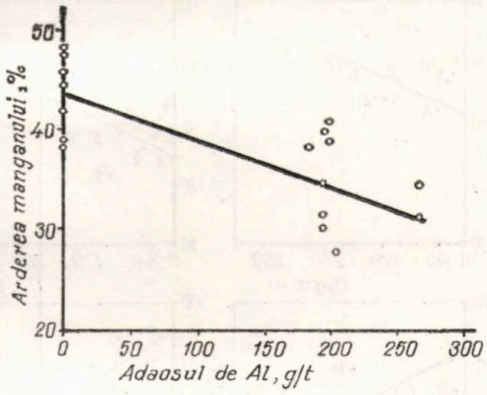


Fig. 1. Influența adaosului de aluminiu asupra arderii manganului.

la nouă șarje experimentale, cu aproximativ același conținut de carbon (OLT 35, OLK 3, OL 37—2 K). Adaosul de aluminiu a variat între 170 și 270 g/t. Figura mai cuprinde șapte șarje de referință din aceleași calități, unde nu s-a dat aluminiu pentru predezoxidare (punctele se găsesc pe ordonată). Dreapta trasată unește media valorilor și indică o scădere a arderii manganului cu creșterea adaosului de aluminiu.

În continuarea experimentărilor s-a căutat o corelație între arderea manganului, conținutul de oxigen și de carbon în baia de oțel înainte de dezoxidare și durata dezoxidării plus a evacuării.

Considerînd că arderea feroaliajelor depinde de conținutul de oxigen existent în baia de oțel,

peste concentrația de echilibru, în momentul începerii dezoxidării, s-au efectuat analize de oxigen la toate cele 23 de șarje experimentale. Aceste date au fost puse în legătură cu conținutul de carbon din baia de oțel și cu durata dezoxidării și a evacuării.

Conținutul de oxigen la echilibru a fost calculat după formula lui H. C. Vacher și E. H. Hamilton pentru 1 600°C:

$$[O]_{\%} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-3}}{[C]_{\%}} P_{co}$$

S-au luat în considerare numai șarjele la care conținutul de oxigen a fost peste concentrația de echilibru; opt șarje la care conținutul a fost sub concentrația de echilibru au fost eliminate.

La cele 15 șarje rămase s-a aplicat metoda grafică de corelație multiplă pentru a se stabili în ce măsură arderea manganului este influențată de conținutul de oxigen peste concentrația de echilibru în momentul începerii dezoxidării, de conținutul de carbon în baia de oțel în același moment și de durata dezoxidării și evacuării.

În figura 2, în partea stîngă, se poate constata o împrăștiere mai mare a punctelor în jurul curbelor. După aplicarea metodei de corelație multiplă în partea dreaptă sus este prezentată influența conținutului de oxigen peste concentrația de echilibru asupra arderii manganului, eliminîndu-se influența procentului de carbon înainte de evacuare și a duratei de dezoxidare și evacuare.

Diagrama din mijloc reprezintă corelația dintre conținutul de carbon și arderea manganului, eliminîndu-se influența oxigenului și a duratei de dezoxidare și evacuare. Diagrama din partea dreaptă jos arată o dependență între timpul de dezoxidare și evacuare, pe de o parte, și arderea manganului, pe de altă parte, ținînd seamă de influența conținutului de oxigen și de carbon.

Analizînd situația finală (fig. 3) se poate constata că la șarjele analizate arderea manganului variază de la aproximativ 20 pînă la 32 % în cazul conținuturilor de oxigen cuprinse în limitele indicate în figură.

În funcție de conținutul de carbon relația este invers proporțională, arderea variind într-un domeniu mai larg de la 18 la 40 %. La circa 0,16 % C curba are o tendință de aplatizare.

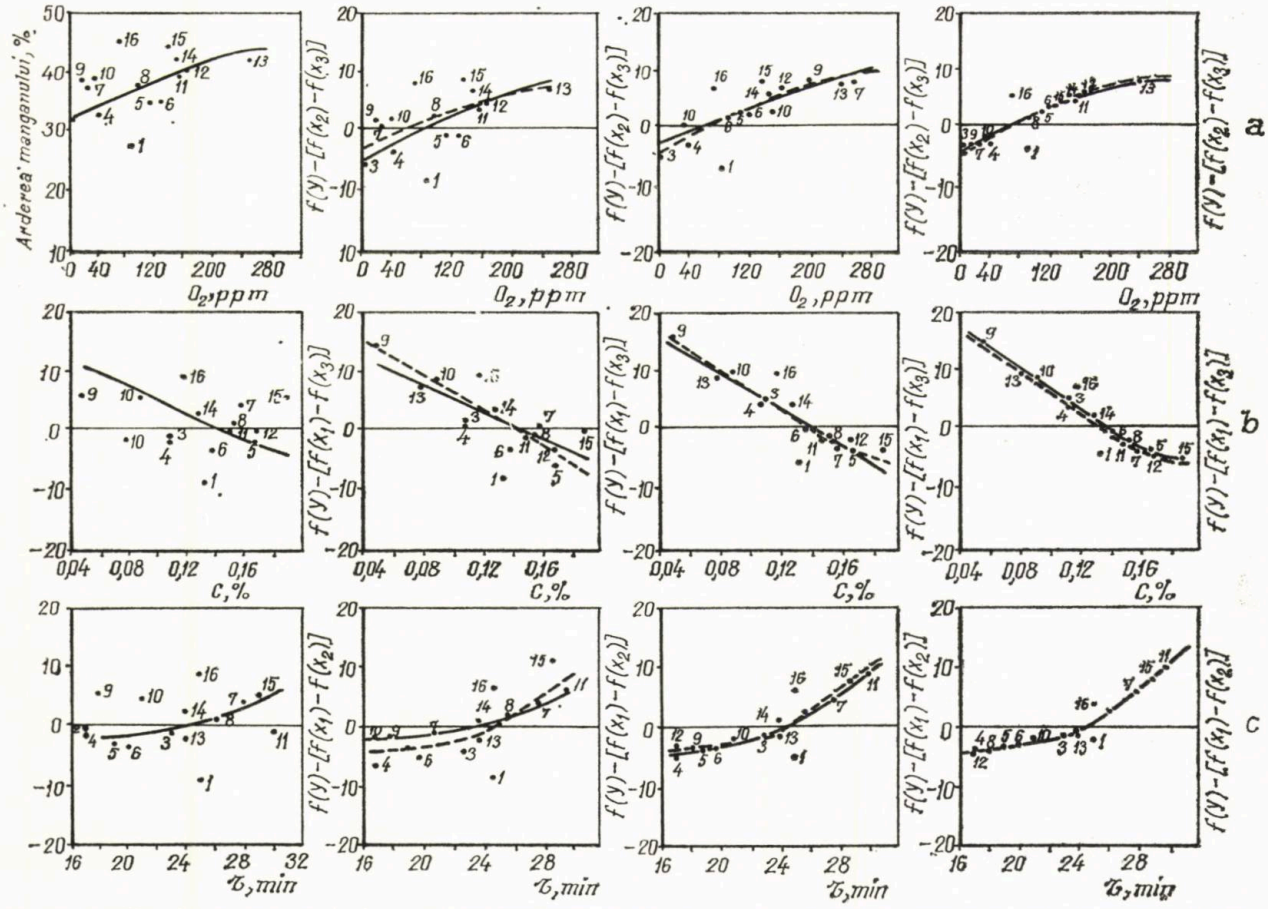


Fig. 2. Analiza de corelație multiplă — arderea manganului, %, și: *a* — conținutul de oxigen, în ppm, peste concentrația de echilibru; *b* — conținutul de carbon, %; *c* — timpul de dezoxidare și evacuare.

În funcție de timpul de dezoxidare și evacuare arderea este cuprinsă între 21 și 37 %.

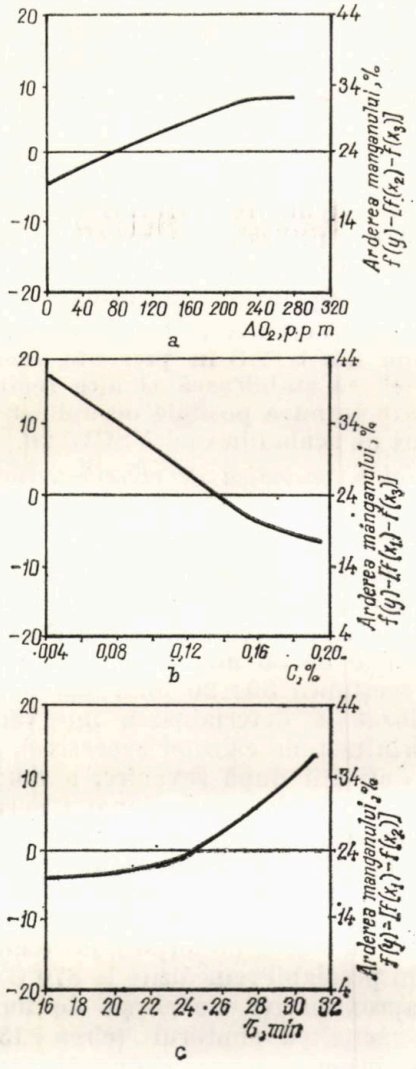


Fig. 3. Corelația multiplă între arderea manganului, Δ O_2 ppm ; % C și τ_{min}.

După o durată totală de 22—24 min curba prezintă o creștere accentuată.

În concluzie, la alegerea unei metode de dezoxidare sau alta, este necesar să se țină seamă de bazele fizico-chimice ale procesului de elaborare a oțelului, cît și de considerente economice. Un preț scăzut pentru consumul de feroaliaje duce, în final, la reducerea prețului de cost al oțelului.

Prin aplicarea metodei de predezoxidare cu circa 2 kg ferosiliciu cu 45 % siliciu, arderea manganului la șarjele experimentale a fost redusă cu 10,31 % față de cele de referință.

În cazul utilizării aluminiului în proporție de circa 200 g/t oțel, reducerea arderii este de 8,22 %. Față de prețul aluminiului economiile rezultate sînt de 1,79 lei/t.

Adaptarea celei de-a doua metode este mai avantajoasă din considerente economice, precum și prin faptul că ferosiliciul se asigură din import, iar aluminiul, din producția indigenă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bender A. *Cercetări asupra arderii manganului la dezoxidarea oțelurilor calmate, elaborate în cuptoare Martin.* Metalurgia, nr. 7, 1970, p. 412—416.

[2] Bender A. *Cercetări asupra arderii manganului la dezoxidarea oțelurilor elaborate în cuptoare Martin la Combinatul siderurgic — Reșița (II).* Metalurgia, nr. 2, 1971, p. 81—83.

[3] Neuhaus H. ș.a. *Contribuții în problema arderilor la procedeele de elaborat oțel.* Stahl und Eisen, nr. 17, 1964, p. 1041—1052.

[4] Iavoiskii V. J. *Theorie der Stahlerzeugung,* VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig, 1969.

[5] * * * *Chimia fizică a elaborării fontei și oțelului.* O.D.P.T., M.I.M., 1969.

[6] * * * Verein Deutscher Eisenhüttenleute. *Giessen und Erstarren von Stahl Verlag.* Düsseldorf, Stahleissen, M.B.H., 1967.

Cercetări privind tratamentele termice aplicabile oțelului de scule VSCW 20

Conf. dr. ing. N. Popescu, ing. C. Dumitrescu
Institutul politehnic — București
și
ing. Șt. Bujoreanu
Uzinele „23 August" — București

CZ 621.785 :669.14.018.25

Oțelul VSCW 20 (vechea simbolizare W 23) face parte din grupa oțelurilor pentru scule de lovire și tăiere la rece, folosite la operații de ștemuire, crăițuire, căpuire, sfărîmare, tăiere etc., executate la temperatura ambiantă; în cazuri izolate se poate utiliza și la unele scule de lucru la cald, la temperaturi relativ coborîte.

Caracteristica de bază pentru o bună funcționare în exploatare o constituie îmbinarea rezistenței la uzare prin frecare cu rezistența la șoc. Datorită acestor cerințe, oarecum contradictorii, oțelul VSCW 20 este aliat cu elemente formatoare de carburi rezistente la uzare (crom, wolfram, vanadiu) dar are un conținut de carbon hipoeutectoid, care îi conferă tenacitatea necesară. Structura de exploatare optimă poate fi troostita de revenire sau bainita inferioară, ambele caracterizate printr-un nivel de duritate relativ ridicat (40—55 HRC), o bună rezistență la uzare și limită de elasticitate superioară altor structuri; de altfel, în scopul creșterii limitei de elasticitate, oțelul VSCW 20 este aliat suplimentar și cu siliciu.

Din punct de vedere tehnologic oțelul VSCW 20 se elaborează după tehnologii clasice în cuptorul electric cu arc, se forjează satisfăcător și se prelucrează mecanic în bune condiții, atunci cînd tratamentul termic de recoacere este corect efectuat.

În tabela 1 sînt prezentate compoziția chimică (obligatorie) și recomandările privind forjarea și tratamentele termice ale oțelului VSCW 20, conform STAS 3611—66.

Recomandările privind tratamentele termice sînt oarecum incomplete și chiar în discordanță cu alte indicații din literatura de specialitate sau cu practica curentă. Astfel, nu se precizează dacă recoacerea recomandată este subcritică, incompletă sau completă și nu se iau în considerație și alte regimuri posibile de recoacere; de asemenea, nu se indică durițățile după reveniri la temperaturi mai coborîte (350—400°C), utilizate în practică, și nu se arată și variația altor caracteristici mecanice în funcție de temperatura de revenire.

Avînd în vedere aceste insuficiențe ale recomandărilor din STAS în prezenta lucrare s-a urmărit să se stabilească și alte regimuri de tratamente termice posibile de aplicat la diferite tipuri de scule din oțel VSCW 20.

Material și metodica de cercetare. Încercările experimentale s-au efectuat pe o șarjă curentă de oțel VSCW 20 cu următoarea compoziție chimică : 0,44 %C ; 0,40 %Mn ; 0,96 %Si ; 1,30 % Cr ; 1,94 %W ; 0,28 %V ; 0,012 %S ; 0,028 % P.

Din șarja respectivă s-au forjat bare rotunde cu diametrul de 30 mm și bare dreptunghiulare cu secțiunea 30 × 20 mm. Barele rotunde s-au utilizat la determinarea intervalului de călire (prin metoda călirilor succesive), a structurii și durității după revenire, a durității la cald, precum și la confecționarea epruvetelor pentru încercări mecanice de tracțiune și rezilință. Din barele dreptunghiulare s-au debitat probe pentru încercările de recoacere. În acest scop o parte dintre bare au fost utilizate direct în starea de forjare, iar o altă parte au fost în prealabil reîncălzite la 870°C (temperatura aproximativă de sfîrșit de forjare) și au fost răcite cu cuptorul (circa 13°C/min) pentru a obține structuri și durități caracteristice răcirii după forjarea barelor groase.

Încercări experimentale privind stabilirea regimurilor de recoacere a produselor forjate. Oțelul VSCW 20 este un oțel hipoeutectoid, complex aliat, cu elemente alfagene (Si, Cr, W, V) și formatoare de carburi speciale (Cr, W, V), ceea ce contribuie la creșterea călibilității. Diagramele de transformare a austenitei la răcire continuă a oțelurilor sovietice simi-

Tabela 1

Compoziția chimică, %							Forjare	Recoacere	HB	Călire	Revenire
C*	Mn	Si	Cr	W	V	P,S					
0,40—0,50	0,20—0,40	0,80—1,20	100,—1,30	1,80—2,20	0,15—0,30	0,030-0,025	1050—850°C	720—750°C	max. 230	890—920°C ulei	450—600°C 460—370 HB (48—40 HRC)

* La cerere se poate livra cu C = 0,50—0,60 %.

lare 4X B2C (cu 0,40 %C) și 5X B2C (cu 0,52 %C) arată că oțelul VSCW 20 are o călibilitate bainitică pronunțată, vitezele critice de călire fiind foarte mici (3—5°C/s) [1].

Structura de forjare poate fi aproximată prin suprapunerea curbelor de răcire în aer peste diagramele CT sau prin cunoașterea vitezei medii de răcire a suprafeței și centrului produselor forjate în intervalul dintre temperatura de sfîrșit de forjare (850—900°C) și punctul M_s (cca. 300°C).

Asociind datele furnizate de diagramele CT ale oțelurilor sovietice citate cu vitezele medii de răcire în aer ale centrului barelor cilindrice cu diametre cuprinse între 10 și 200 mm, deduse din datele furnizate de o serie de lucrări de specialitate [2], [3], [4], s-a construit diagrama din figura 1, care permite să se determine duritatea semifabricatelor forjate, în funcție de diametru.

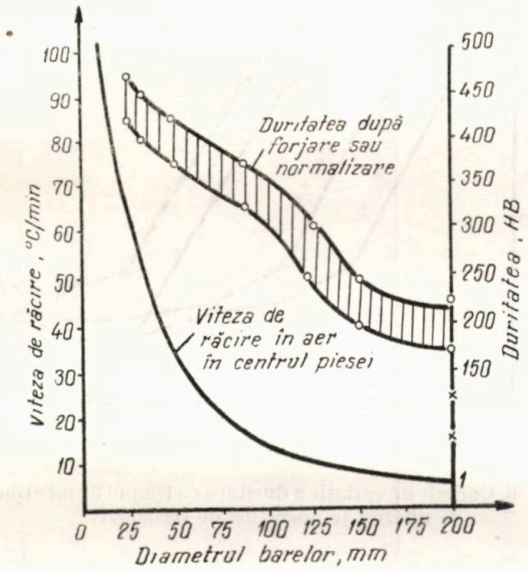


Fig. 1. Curbele de variație a durității cu diametrul semifabricatelor, respectiv cu viteza de răcire după forjare.

Dacă produsele forjate au alte forme ale secțiunii transversale (pătrate, dreptunghiulare), acestea pot fi transformate în secțiuni cilindrice echivalente, ale căror diametre se determină din relația :

$$D_{ech} = f \cdot g,$$

în care g este grosimea barelor (dimensiunea minimă a secțiunii), iar f este un factor de multiplicare. Valoarea factorului de multiplicare f depinde de raportul dintre lățimea și grosimea secțiunii și se ia din figura 2.

Aplicînd datele furnizate de diagrama din figura 1, în cazul probelor cu diametrul de 30 mm, rezultă că viteza medie de răcire a fost de circa 50°/min, iar duritatea trebuie să fie cuprinsă în limitele 400—450 HB; determinarea directă a dat durități cuprinse între 397 și 415 HB, ceea ce arată o bună concordanță.

De asemenea, în cazul barelor dreptunghiulare cu secțiunea 30×20 mm, la care $l/g = 1{,}50$ și factorul $f = 1{,}3$, respectiv $D_{ech} = 20 \cdot 1{,}3 = 26$ mm, rezultă o viteză medie de răcire de circa 60°C/min și o duritate aproximată de 425—475 HB;

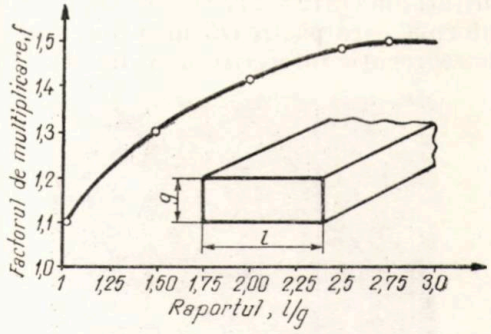


Fig. 2. Determinarea diametrului echivalent la produse plate.

determinarea directă a dat 444—477 HB, ceea ce arată, de asemenea, o bună concordanță. În sfîrșit, probele răcite cu cuptorul, cu viteza medie de 13°C/h (în intervalul 800—300°C) au avut o duritate de 302—321 HB, ceea ce se încadrează în intervalul 300—350 HB indicat de diagrama din figura 1.

Se consideră că metoda propusă dă rezultate satisfăcătoare în ceea ce privește aprecierea durității pieselor forjate și poate fi extinsă și la alte oțeluri. Asociind cunoașterea durității cu aceea a diagramei de transformare la răcire continuă se pot prevedea, calitativ, și microstructurile în stare forjată. De exemplu, la barele cu Ø 30 și 20×35 mm structura a fost bainito-martensitică (fig. 3), iar la probele răcite cu cuptorul, troosto-bainitică, ceea ce concordă bine cu indicațiile diagramelor CT.

Structura în stare de forjare determină metoda de recoacere. În cazul oțelului VSCW 20 apar ca posibile trei metode de recoacere și anume: recoacerea completă, recoacerea incompletă sau recoacerea subcritică (revenire înaltă). Prima metodă se exclude, avînd în vedere faptul că structura ce se obține prezintă unele inconveniente pentru tratamentele

Fig. 3. Microstructura oțelului VSCW 20 după forjare. Nital. Mărire 340 :1.

termice ulterioare (perlită lamelară mai greu prelucrabilă şi ferită proeutectoidă, care îngreuiază austenitizarea). Incercările făcute în acest sens, prin răcirea dirijată cu cuptorul la o viteză medie de răcire de 240°C/h, au dus la durităţi mici (212—217 HB) dar la o structură neuniformă, care păstrează un pronunţat caracter de segregaţie intercristalină (fig. 4).

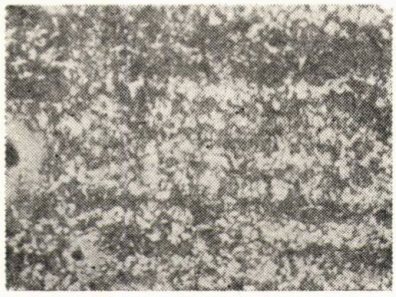


Fig. 4. Microstructura oţelului VSCW 20 după recoacere clasică completă. Nital. Mărire 340:1.

Pentru determinarea condiţiilor de lucru la recoacerile de globulizare s-au utilizat probe 20×30×20 mm forjate sau răcite cu cuptorul. În vederea stabilirii condiţiilor de lucru s-a recurs la metoda călirilor succesive din domeniul 500—940°C, cu intervale de 50°C (între 500 şi 700°C) şi de 20°C (între 700 şi 940°C).

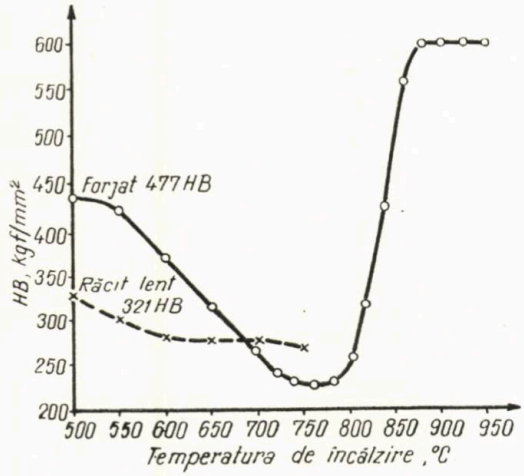


Fig. 5. Curbele de variaţie a durităţii în funcţie de temperatura de încălzire la călirea succesivă.

Rezultatele obţinute sînt prezentate în figura 5. Se observă că probele care au avut iniţial 321 HB s-au înmuiat mai greu prin recoacere subcritică, avînd 275—265 HB la încălzirea la 700—750°C. În schimb, probele forjate care au avut iniţial 477 HB s-au revenit la structuri cvasiglobulare cu duritatea de 235—217 HB, atunci cînd au fost încălzite în intervalul 720—760°C. Aceste rezultate confirmă că tratamentul de recoacere subcritică prevăzut în STAS este recomandabil la produsele relativ subţiri, care — prin forjare — au structuri de autocălire. În schimb, tratamentul respectiv dă rezultate mai slabe la produsele mai groase.

Pentru probele cu duritatea iniţială de 321 HB s-a încercat tratamentul termic de recoacere izotermă. În acest scop s-a considerat — conform datelor din figura 5 — că punctul Ac_1 al oţelului se găseşte la circa 780°C, astfel că austenitizarea incompletă s-a făcut la 810°C. Probele au fost menţinute la această temperatură timp de 90 min, după care au fost trecute în alte cuptoare de menţinere izotermă, încălzite la 750, 700, 650 şi 600°C. Duratele de menţinere au fost de 2, 5, 10, 20, 50 şi 100 min. Variaţia durităţilor cu temperatura şi durata de menţinere sînt prezentate în figura 6.

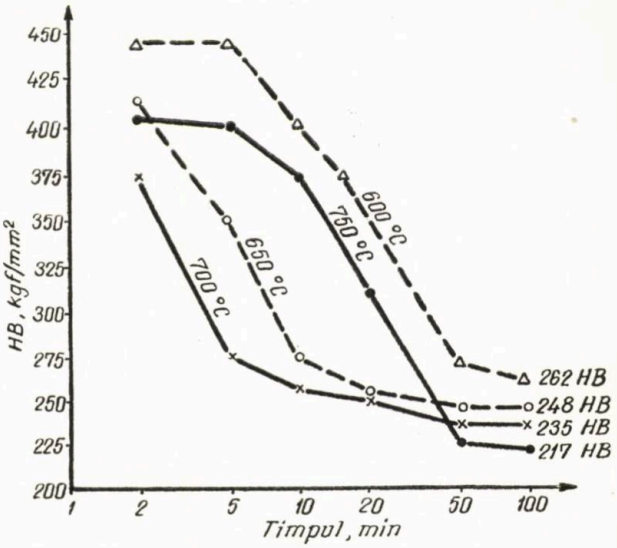


Fig. 6. Curbele de variaţie a durităţii cu timpul de menţinere la diferite temperaturi de recoacere.

Datele din figura 6 permit să se traseze o parte din diagrama de transformare izotermă a oţelului, austenitizat la 810°C (fig. 7), şi să se stabilească drept optimă recoacerea cu menţinere izotermă la temperatura de 700—750°C. Trebuie observat că, duratele de menţinere la temperatura de austenitizare, ca şi la aceea de menţinere izotermă trebuie să fie majorate în

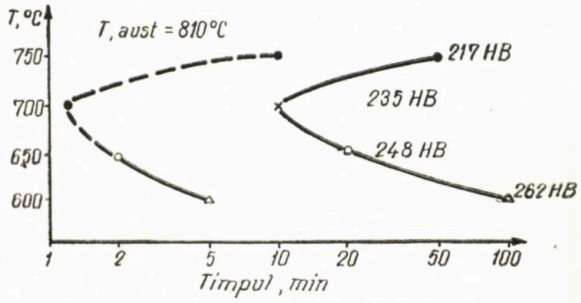


Fig. 7. Curbele de transformare izotermă la oţelul VSCW 20 austenitizat incomplet la 810°C.

mod corespunzător în funcţie de grosimea produselor şi greutatea şarjei.

Încercări experimentale privind stabilirea regimurilor de călire şi revenire. Din figura 5 rezultă că oţelul VSCW 20 se căleşte complet începînd de la 860°C, realizînd o duritate maximă de 58—59 HRC. În funcţie de grosimea produselor, temperatura optimă de călire este situată în intervalul 880—920°C. Avînd în vedere călibilitatea ridicată a oţelului, mediul optim de călire este uleiul încălzit la 50—60°C. Duritatea după călire va depinde de grosimea produselor şi poate fi aproximată cu ajutorul diagramei din figura 8, trasată pe baza curbelor

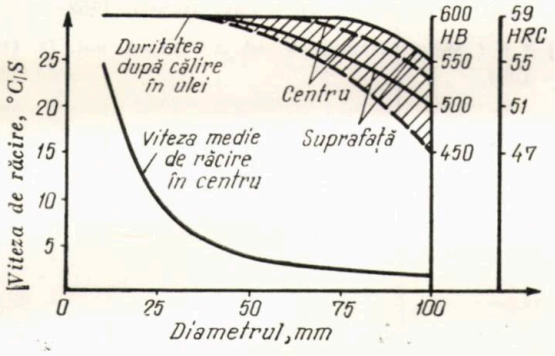


Fig. 8. Curbele de variaţie a durităţii în stare călită în funcţie de diametru.

de răcire în ulei (2, 3, 4) şi a diagramelor de transformare la răcire continuă a oţelurilor sovietice 4XB2C şi 5XB2C (1), după procedura indicată la determinarea durităţii după forjare.

Oţelul VSCW 20 are o stabilitate mare la revenire, aşa cum rezultă din figura 9, trasată pentru probe cu Ø 30 mm, revenite timp de 90 min la temperaturile indicate.

Pentru cunoaşterea mai completă a comportării oţelului în stare de tratament termic final

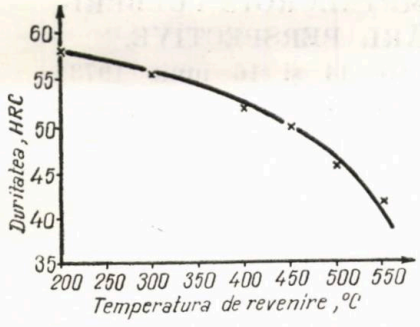


Fig. 9. Curba de variaţie a durităţii în funcţie de temperatura de revenire.

s-a efectuat şi încercarea la tracţiune la temperatura ambiantă, precum şi determinări de duritate în funcţie de temperatura de lucru. În acest scop probele au fost călite în ulei şi revenite la diferite temperaturi, după care s-au executat încercările amintite. Rezultatele obţinute sînt prezentate în figurile 10 şi 11. Este de remarcat faptul că oţelul VSCW 20 îşi păstrează un nivel de rezistenţă foarte ridicat la revenirea pînă la 500°C (duritate de peste

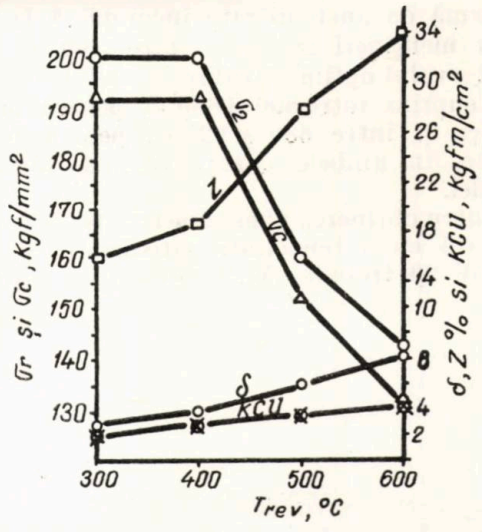


Fig. 10. Curbele de variaţie a principalelor caracteristici mecanice în funcţie de temperatura de revenire a oţelului VSCW 20.

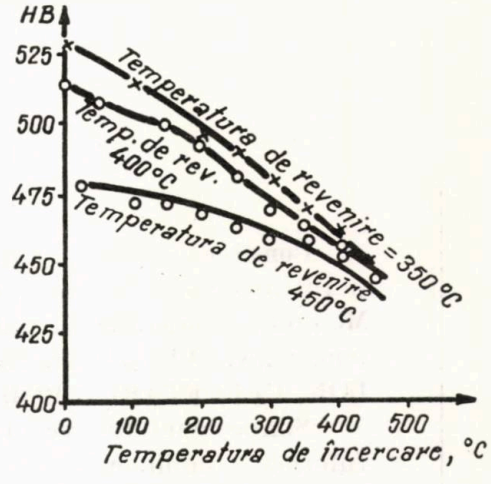


Fig. 11. Curbele de variaţie a durităţii în funcţie de temperatură pentru oţelul VSCW 20 călit şi revenit la diferite temperaturi.

45 HRC şi rezistenţă de circa 160 kg/mm²), asociat cu o tenacitate statică şi dinamică satisfăcătoare (Z≈28 %, respectiv KCU≈3 kgf m/cm²). De asemenea, duritatea scade destul de încet cu temperatura de încercare pînă la 400—500°C, ceea ce permite utilizarea oţelului respectiv şi la scule de deformare la cald, cu solicitări dinamice mai reduse.

Concluzii

Oţelul VSCW 20 are o călibilitate ridicată, ceea ce duce la structuri de autocălire la piese forjate cu diametre mai mici de 80 mm. Aceasta permite aplicarea revenirii înalte (recoacere subcritică) ca tratament preliminar. Pentru produse mai groase se poate utiliza recoacerea izotermă cu austenitizare incompletă la 810°C şi cu menţineri izoterme între 700 şi 750°C.

Intervalul optim de călire la oţelul VSCW 20 este cuprins între 860 şi 880°C, pentru produse subţiri, şi între 880 şi 920°C, pentru produse groase, în ambele cazuri răcirea făcîndu-se în ulei.

Pentru obţinerea unei bune rezistenţe la uzură, asociată cu o tenacitate satisfăcătoare, oţelul VSCW 20 trebuie să fie revenit în intervalul 400—550°C. Se recomandă evitarea revenirilor sub 400°C, deoarece este posibilă instalarea fenomenului de fragilitate de revenire joasă (ireversibilă).

BIBLIOGRAFIE

[1] Popov A. A., Goldstein M. I. şi Olesnevicia A. Metallovedenie i termiceskaia obrabotka, nr. 4, 1960, p. 32—33.

[2] Houghton P. *Heat Treatment of metals.* Londra, 1962.

[3] Delbart C., Constant A. şi Clark A. *Courbes de transformation des aciers de fabrication française.* Saint — Germain — en — Lay, IRSID, 1953—1960.

[4] * * * Metals Handbook, ed. a VIII—a, vol. II, Ohio, 1964.

Consiliul Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.S. România şi Institutul de Cercetări Metalurgice din cadrul Ministerului Industriei Metalurgice organizează primul simpozion în domeniul aliajelor dure, cu tema: „ALIAJE DURE, OBŢINUTE PRIN METALURGIA PULBERILOR. CERCETĂRI, PRODUCŢIE, UTILIZĂRI, PERSPECTIVE."

Simpozionul va avea loc la Bucureşti între 14 şi 16 iunie 1973. Informaţii suplimentare se pot obţine de la ICEM—Laboratorul de metalurgia pulberilor, tel. 49 53 65.

Prof. dr. ing. Suzana Gâdea,
prof. dr. ing. M. Protopopescu
și ing. C. Dumitrescu
Institutul politehnic — București

Cercetări privind duritatea la temperaturi ridicate a unui oțel slab aliat Cr-Mo-V

CZ 669.15—194:620.172.1

Stabilirea fiabilității conductelor pentru abur supraîncălzit, supuse în exploatare la temperaturi ridicate (570—590°C) și la sarcini de lungă durată, se realizează prin analiză chimică, analiză metalografică pentru observarea modificărilor structurale și prin încercări mecanice la fluaj, durate de peste 10 000 h, la temperaturile de lucru.

În scopuri practice sînt deseori necesare încercări de scurtă durată, cu rezultate imediate, destul de precise și efectuate cu o aparatură mai simplă. Problema cea mai importantă, care se ridică frecvent în practica industrială, constă în stabilirea operativă a siguranței în funcționare a conductelor de abur supraîncălzit cu un anumit grad de uzură după o exploatare de zeci de mii de ore în condiții excesive de temperatură și presiune.

O metodă care răspunde acestui deziderat, cu rezultate cuprinse în anumite limite de precizie, constă în determinarea termorezistenței oțelurilor prin metoda durității de durată la cald.

Materiale și metodica de cercetare. Determinarea termorezistenței de durată prin metoda durității la cald a fost realizată, în mod comparativ, pe probe prelevate dintr-o conductă din oțel Cr-Mo-V în stare neutilizată (proba 1) și pe probe prelevate dintr-o conductă de transport abur supraîncălzit, care a funcționat circa 72 000 h într-o termocentrală, la o temperatură de 570°C și presiune 140 kgf/cm² (proba 2).

Compoziția chimică a oțelurilor din care s-au confecționat probele este indicată în tabela 1.

Valorile principalelor caracteristici mecanice, determinate la temperatura obișnuită, pe epruvete prelevate longitudinal, prin încercări mecanice de scurtă durată, sînt indicate în tabela 2.

Microstructurile probelor pe care s-au efectuat cercetările sînt prezentate în figurile 1 și 2.

Din analiza comparativă a micrografiilor rezultă că, structural oțelul neutilizat prezintă grăunți poliedrici alotriomorfi de ferită, puțină

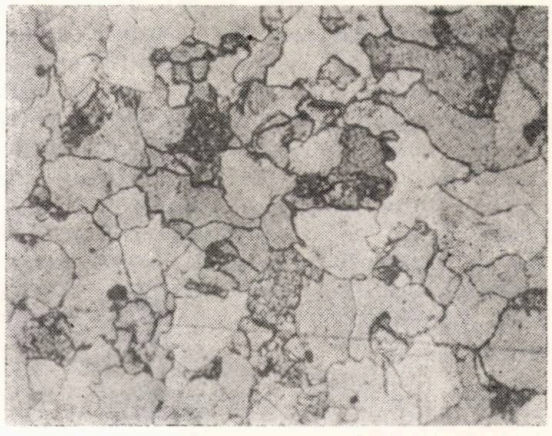


Fig. 1. Microstructura probei nr. 1, prelevată din conducta neutilizată.
Atac nital 2 %. Mărire 340 : 1.

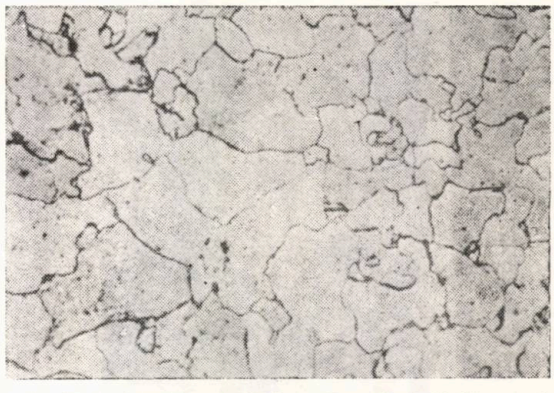


Fig. 2. Microstructura probei nr. 2, prelevată din conducta utilizată 72 000 h la temperatura de 570°C și presiunea de 140 kgf/cm².
Atac nital 2 %. Mărire 340 : 1.

Tabela 1

Proba	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Fe
1	0,12	0,24	0,50	0,015	0,030	1,18	0,07	0,25	0,29	0,20	rest
2	0,14	0,27	0,53	0,018	0,022	1,11	0,10	0,29	0,29	0,20	rest

Tabela 2

Proba	$\sigma_{0,2}$, kgf/mm²	σ_r, kgf/mm²	δ_5, %	ψ, %	KCU, kgfm/cm²
1	42,5	54,5	23,7	74,2	24,3
2	35,9	44,6	20,8	70,0	21,0

bainită și urme de carburi, iar pentru oțelul utilizat 72 000 h se relevă dispariția bainitei, creșterea grăunților de ferită și precipitarea carburilor mai ales la limitele grăunților. Aceste modificări structurale micșorează considerabil stabilitatea termică a materialului.

Evaluarea operativă a termorezistenței de durată este posibilă prin determinarea evoluției durității la diferite durate de timp și a temperaturii apropiate de temperaturile de exploatare, datorită similitudinii curbelor duritate de durată — temperatură cu diagramele rezistenței de durată la cald—temperatură. Eșantioanele pe care s-au efectuat determinările de duritate la cald au fost confecționate prin prelucrări mecanice la dimensiunile 30 × 25mm. Suprafețele au fost pregătite prin lustruire fină la fel ca pentru studiul metalografic. Aparatul cu care au fost efectuate determinările de duritate la temperaturi ridicate este prezentat în figura 3.

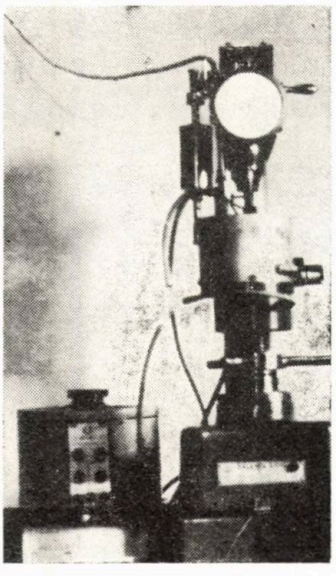


Fig. 3. Aparat pentru determinarea durității de durată la temperaturi ridicate.

Bila penetratoare, având diametrul de 5 mm, a fost confecționată din aliaj dur, cu bază de carbură de wolfram. Probele au fost încălzite într-un cuptor electric inelar cu termoreglare la precizie ± 5°C. Sarcina de încărcare a fost stabilită la 150 kgf. Evoluția durității s-a determinat după durate de 30 s 15, 30, 60, 120 și 240 min, la temperaturile de 540, 570 și 600°C. Diametrul amprentelor s-a măsurat la microscop cu un ocular gradat, cu o precizie de 0,01 mm.

Valorile durității au fost calculate cu ajutorul relației :

$$H_{dc} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

în care : P este sarcina de încărcare a aparatului, kgf ;
D — diametrul bilei penetratoare, mm ;
d — diametrul amprentei, mm.

Evaluarea rezistenței de durată la cald s-a efectuat utilizîndu-se relația :

$$\sigma_{dc} = K \cdot H_{dc}, \text{ kgf/mm}^2,$$

unde K reprezintă un coeficient de proporționalitate care poate fi determinat în condițiile cunoașterii diagramelor de fluaj și durității de durată la cald, pentru marca respectivă de oțel.

Valorile coeficientului K [5], în funcție de temperatură, sînt înscrise în tabela 3.

Tabela 3

Temperatura, °C	540	570	600
Valoarea coeficientului K	0,192	0,130	0,125

Calculul erorilor. Eroarea experimentală relativă la determinarea durității Brinell, în condiții obișnuite, se obține prin logaritmarea și diferențierea relației dintre sarcina aplicată și suprafața calotei sferice a amprentei :

$$HB = \frac{P}{S} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2}\left[D - \sqrt{D^2 - d^2}\right]}$$

$$\ln HB = \ln P - \ln\frac{\pi}{2} - \ln D - \ln\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)$$

$$\frac{dHB}{HB} = d\ln HB = \frac{dP}{P} - d\ln\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)$$

$$\frac{dHB}{HB} = \frac{DP}{P} - \frac{d\,\delta\,d}{D^2 - d^2\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

În calcul s-a considerat că se poate neglija eroarea relativă asupra numărului π, care dacă se consideră $\pi = 3{,}142$ devine mai mică de 1/6000 și eroarea privind diametrul bilei penetratorului care a fost prelucrată cu mare precizie.

Înlocuind diferențele prin valorile finite mici ΔHB, respectiv ΔP și Δd și, ținînd seamă de posibilitatea cea mai defavorabilă a condițiilor de experiență, se impune totalizarea erorilor relative datorite neexactității aplicării sarcinii și de măsurare a diametrului amprentei :

$$\frac{\Delta HB}{HB} - \frac{\Delta P}{P} + \frac{d \cdot \Delta d}{\sqrt{D^2 - d^2}\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

Prin construcţia aparatului, la o sarcină de 150 kgf, eroarea maximă de aplicare a sarcinii ΔP este egală cu 1,5 kgf, iar eroarea de determinare a diametrului urmei sub microscop a fost de $\Delta d = 0{,}01$ mm.

Pentru determinarea unei durităţi la temperatura de 540°C şi o durată de 4 h pe proba 1 $HB = 82{,}4$ ($D = 5$ mm, $P = 150$ kgf), d (amprentă = 1,516 mm) rezultă :

$$\frac{\Delta HB}{HB} = \frac{1{,}5}{150} + \frac{1{,}516 \cdot 0{,}01}{\sqrt{25 - 2{,}298}\,(5 - \sqrt{25 - 2{,}298})} =$$

$$= 0{,}025$$

$$\frac{\Delta HB}{HB} = 0{,}025 \text{ adică } 2{,}5\ \%$$

Eroarea $\Delta HB = 2{,}5$ unităţi se încadrează în limitele de precizie ale metodei. Variaţia durităţii Brinell, în funcţie de temperatură, se poate exprima suficient de exact prin relaţia lui V. P. Sişokin [1]:

$$HB\ (T) = A \cdot \exp.\ (-\alpha\ T),$$

unde A este o constantă de material, iar α reprezintă coeficientul de temperatură al durităţii :

$$\alpha = \frac{\ln HB_1 - \ln HB_2}{T_2 - T_1}$$

Relaţia fiind o funcţie exponenţială :

$$\ln HB = \ln A - \alpha\ T$$

şi neglijînd eroarea asupra constantei A, se obţine :

$$\frac{\Delta HB}{HB} = \Delta T$$

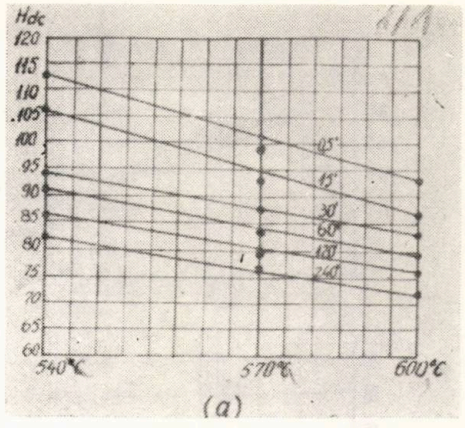
adică circa 1 %.

În consecinţă eroarea relativă totală în determinările experimentale efectuate nu depăşeşte 3,5 %, ţinînd seamă şi de cronometrarea precisă a duratei.

Pentru interpretarea datelor experimentale s-a folosit metoda corelaţiei şi a regresiei în vederea stabilirii relaţiilor funcţionale dintre mărimile fizice măsurate : duritate, temperatură, timp.

Rezultate experimentale. În figurile 4, *a* şi *b* se prezintă rezultatele determinărilor de duritate de durată la cald (H_{dc}) comparativ pentru cele două oţeluri : *a* — pentru oţelul nesupus utilizării ; *b* — pentru oţelul utilizat 72 000 h la 570°C şi o presiune de 140 kgf/cm².

În figurile 5, *a* şi *b* se prezintă variaţia durităţii şi a rezistenţei de durată la diferite tem-



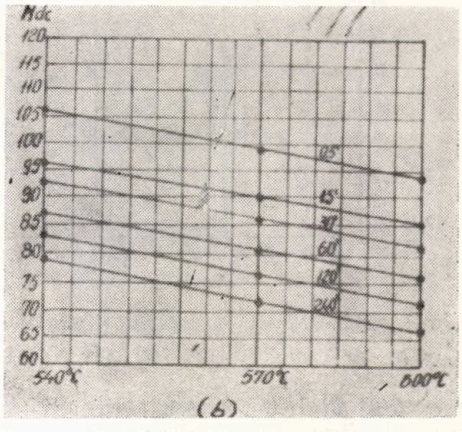


Fig. 4. Variaţia durităţii în funcţie de temperatura şi durata de determinare :

a — oţel neutilizat ; *b* — oţel utilizat 72 000 h la 570°C şi presiune de 140 kgf/cm².

peraturi pentru oţelul neutilizat *a* şi pentru oţelul utilizat 72 000 h la 570°C şi o presiune de 140 kgf/cm² *b*.

În scopul determinării rezistenţei de durată, curbele de variaţie a durităţii şi a rezistenţei au fost extrapolate pînă la durate de peste 100 000 h, folosindu-se o scară logaritmică.

Pe baza datelor obţinute se poate ajunge la următoarele concluzii :

— Determinarea rezistenţei de durată prin metoda durităţilor de durată la cald, deşi încadrată în anumite limite de precizie, permite obţinerea unor valori cantitative imediate care duc la importante concluzii în ceea ce priveşte comportarea în exploatare a oţelurilor refractare.

— Determinarea rezistenţei de durată la cald prin metoda durităţilor de durată la cald, completată cu studiile metalografice, analiza

carburilor şi probe mecanice la cald poate reprezenta o bază în luarea deciziilor în ceea ce priveşte sistarea funcţionării sau modificarea parametrilor de funcţionare ai unor agregate energetice care utilizează oţelul respectiv.

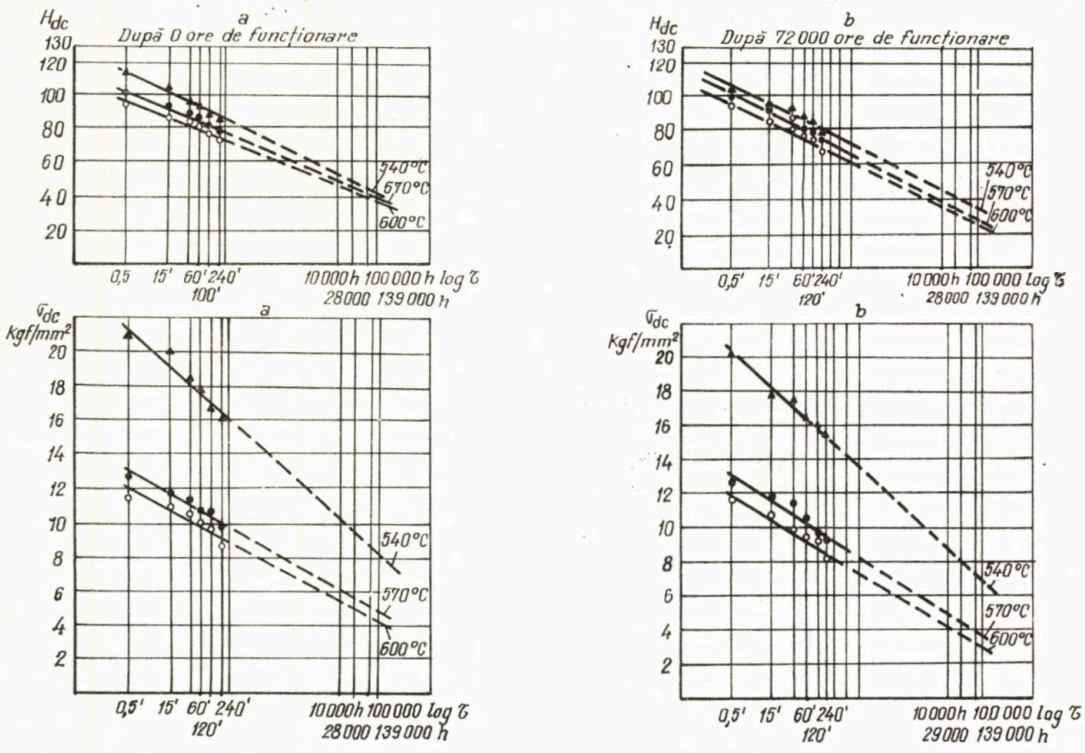


Fig. 5. Variaţia durităţii şi rezistenţei în funcţie de temperatură şi durata de menţinere : *a* —pentru oţelul neutilizat ; *b* — pentru oţelul utilizat 72 000 h la 570°C şi presiunea de 140 kgf/cm².

— În cazul oţelului cercetat, din diagramele prezentate în figurile 5, *a* şi *b* rezultă că, pentru oţelul neutilizat, temperatura limită la care ar putea fi utilizat, cele 100 000 h de funcţionare standard, este 540°C, rezistenţa de durată la cald scăzînd în aceste condiţii pînă la aproximativ 9 kgf/mm², valoare limită acceptată de literatura de specialitate [5].

— Pentru oţelul utilizat 72 000 h la temperatura de 570°C şi o presiune de 140 kgf/cm² rezultă că se impune scăderea temperaturii la 540°C (eventual presiunea) şi, în aceste condiţii, ar mai putea funcţiona circa 10 000 h.

BIBLIOGRAFIE

[1] Lozinski M. G. *Stroenie i svoistva metallov i splavov pri visokih temperaturah.* Moscova, Metallurghizdat, 1963.

[2] Nădăşan Şt. şi colab. *Încercări şi analize de metale.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1965.

[3] Tietz T. E. şi Wilson J. W. *Behaviour and Properties of Refractory Metals.* Londra, Ed. Arnold Publ., 1965.

[4] Frendenthal A. M., Boley B. A. şi Liebourtz H. *High Temperature Structure and Materials,* New York, Pergamon Press, 1964.

[5] Veksler E. I. şi Boleanskii S. T. *Opredelenie dlitelnoi procinosti stalli 12 HIMF metodom gareacei dlitelnoi tverdosti.* Electriceskie stanţii, nr. 2, 1965, p. 23.

[6] Constantinescu A. şi Rotenştein B. *Fluajul metalelor.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1970.

[7] Petti E. P. *Temperaturnaia zavisinost tverdosti i drughih fiziceskih svoistva metallov.* Problemi sovremenoi metallurghii, nr. 2, 1958, p. 13.

[8] Rohlin N. N. *Uskorennii metod opredelenia dlitelnoi procinosti putem izmerenia tverdosti.* Zavodskaia laboratoria, nr. 7, 1970, p. 762.

Ing. C. Catrinoiu

Combinatul siderurgic — Hunedoara

Oţeluri beton periodice cu limita înaltă elastică

CZ 669.14.018.291.3

Etapa actuală de dezvoltare a ţării noastre în domeniul construcţiilor civile şi industriale impune realizarea unor oţeluri beton cu valori mult mai ridicate ale limitei de curgere decît cele folosite curent.

O dată cu obţinerea unor valori mult mai ridicate pentru limita de curgere, în mod automat sînt obţinute valori mai mari şi pentru limita de elasticitate, caracteristică de care se ţine seamă în alegerea rezistenţelor admisibile pentru beton armat. Această cerinţă este impusă de realizarea unor progrese în construcţii, pentru obiective cu grad mare de zvelteţe, de asemenea de necesitatea scăderii costurilor construcţiilor, la care oţelul pentru armarea betoanelor intră cu ponderea valorică destul de ridicată.

Tabela 1

Norma	Dimensiunea, mm	Caracteristicile mecanice				Încercarea de îndoire							Încercarea de îndoire — desdoire							
		σ_c min, kgf/mm²	σ_r, kgf/mm²		A_5 min, %	Unghiul de îndoire	Coeficientul de înmulţire cu diametrul nominal, pentru obţinerea diametrului dornului de îndoire pe dimensiuni						Îndoire la 90° şi desdoire la 30°	Coeficientul de înmulţire cu diametrul nominal, pentru obţinerea diametrului dornului de îndoire-desdoire pe dimensiuni						
			min.	max.			6–10	12	14–18	19–28	32	40		6–10	12	14–18	19–26	28	32	40
STAS 438–67	6–14	37	52	64	21	180°	3.d	3.d	3.d				—	—	—	—	—	—	—	—
	16–40	34	52	64	21	180°	—	—	3.d	3.d	3.d	3.d	—	—	—	—	—	—	—	—
N.B.N. 15 (ed.6) 4-a Belgia	6–18	42	50	—	14	180°														
	19	40	50	—	14	180°														
	20	40	50	—	14	180°	3,0	3,0	3,5	4,5	4,5	4,5	—							
	22–26	40	50	—	14	180°														
	28–40	40	50	—	14	180°														
DIN 1045/59 Gr. III-a	6–18	42	50	—	10 (A10)	180°														
	20	40	50	—	10 (A10)	180°	3,5	3,5	3,5	3,5	—	—	Da	5,0	7,0	7,0	7,0	—	—	—
	22–26	40	50	—	10 (A10)	180°														
NFA 35016 Fe E 40 Franţa	6–18	42	48,5	—	14	180°														
	20	42	48,5	—	14	180°	2,5	2,5	3,0	3,5	5,0	7,0	Da	5,0	5,0	6,0	8,0	—	10	12
	22–26	40	48,5	—	14	180°														
	28–40	40	48,5	—	14	180°														
Euronorm 80 Fe E 40	6–18	40	50	—	14	180°														
	19	40	50	—	14	180°														
	20	40	50	—	14	180°	3,0	3,0	—	—	—	—	Da	—	—	6	8	10	10	12
	22–26	40	50	—	14	180°														
	28–40	40	50	—	14	180°														
GOST 5781–61	6–40	40	60	—	14	90°	3.d						—	—	—	—	—	—	—	—

Introducerea în fabricaţie a oţelului beton periodic, cu limita de curgere ridicată, creează posibilitatea lărgirii relaţiilor de export cu alte ţări, în care s-a trecut curent la fabricarea acestor profile.

În contextul celor menţionate s-au făcut diferite încercări pentru realizarea unor profile periodice cu secţiune circulară, cu limita de curgere peste 42 kfg/mm^2.

În tabela nr 1 sînt prezentate prescripţiile diferitelor norme pentru oţelul beton cu limita de curgere ridicată.

Compoziţia chimică a şarjelor de oţel din care s-au făcut laminări în oţel beton periodic de 16, 25 şi 28 mm, cu profil conform DIN 1045/59 şi alte profile, este redată în tabela 2.

Ca elaborare şi turnare, deosebirea dintre şarjele D.E.F.G. şi marca 19M14 constă în alierea cu vanadiu, care s-a făcut prin adăugarea în oala de turnare a ferovanadiului şi adaosul de aluminiu făcut tot în oala de turnare.

Regimul de încălzire care s-a aplicat la laminare este acelaşi cu cel de la marca 19M14.

Din urmărirea intensităţii preluate de motoarele laminorului continuu pe care s-au realizat profilele periodice se constată că nu apar diferenţe în plus faţă de cazul laminării aceluiaşi profil din marca 19M14.

Temperatura începutului de laminare pe linia finisoare a fost de 1 150 — 1 180°C, iar cea a sfîrşitului de laminare, de 880 — 940°C. Răcirea laminatelor s-a făcut pe pat, firele fiind depărtate.

Ţaglele dintr-un lingou s-au urmărit pe înălţimea acestuia, neobservîndu-se diferenţe mari între caracteristicile mecanice obţinute la ţaglele de la piciorul lingoului şi cele de la capul lingoului.

În tabela 3 sînt prezentate valorile caracteristicilor mecanice realizate pentru diferite secţiuni, din şarjele redate în tabela 2.

Tabela 2

Şarja	C	Mn	Si	P	S	Al	V	Cr	Ni	Cu
D	0,17	1,29	0,36	0,023	0,024	0,055	0,11	004	004	013
E	0,17	1,14	0,42	0,023	0,016	0,085	0,18	005	005	008
F	0,17	1,46	0,45	0,030	0,016	0,078	0,13	003	004	004
G	0,19	1,32	0,34	0,028	0,017	0,029	0,15	003	004	007

Tabela 3

Şarja	Dimensiunea profilului Ø, mm	Caracteristicile mecanice obţinute					Încercarea de îndoire	Încercarea de îndoire-desdoire	Observaţii
		σ_c, kgf/mm^2	σ_r, kgf/mm^2	A_5, %	A_{10}, %	Z, %			
D	Ø 10	69,0—78,0	83,6—92,5	28—34	—	55—73	Bună	Bună	Ind. Ø dorn = 35 mm Ind.—desd. Ø dorn = 50 mm
	Ø 25	50—52	66—68	19—25	—	49—60	Bună	Bună	Ind. Ø d. = 87,5 mm Îndoire-desdoire Ø d. = 175 mm
	Ø 28	46,3—48,4	61,7—65,9	17,8—21,4	13,2—16,8	62,9—71,1	Bună	Bună	Ind. Ø d. = 98 mm Ind. — desd.Ød. = 196 mm
E	Ø 16	48,1—55,3	61,7—69,5	22—35,00	16,5—28,00	57,5—73,5	Bună	Bună	Ind. Ø d. = 56 mm Ind. — desd. Ø d. = 112 mm
	Ø 25	49—53,2	60,4—67,9	23,3—29,4	14,8—20,00	60,6—70,0	Bună	Bună	Ind.Ø d. = 87,5 mm Ind.—desd. Ø d. = 175 mm
	Ø 32	45—47,6	58,2—62,3	20,0—28,1	15,6—20,3	56,5—60,5	Bună	Bună	Ind.Ød. = 112 mm Ind.—desd. Ød. = 224 mm
F	Ø 28	48,0—52,2	62,5—71,9	23,4—28,6	18,0—23,9	63,0—67,8	Bună	Bună	Ind.Ø d. = 98 mm Ind. — desd. Ød. = 196 mm
G	Ø 16	54,4—57,3	65,5—72,6	22,5—26,3	15,6—20,0	58,0—65,0	Bună	Bună	Ind.Ød. = 56 mm Ind.—desd.Ød. = 112 mm

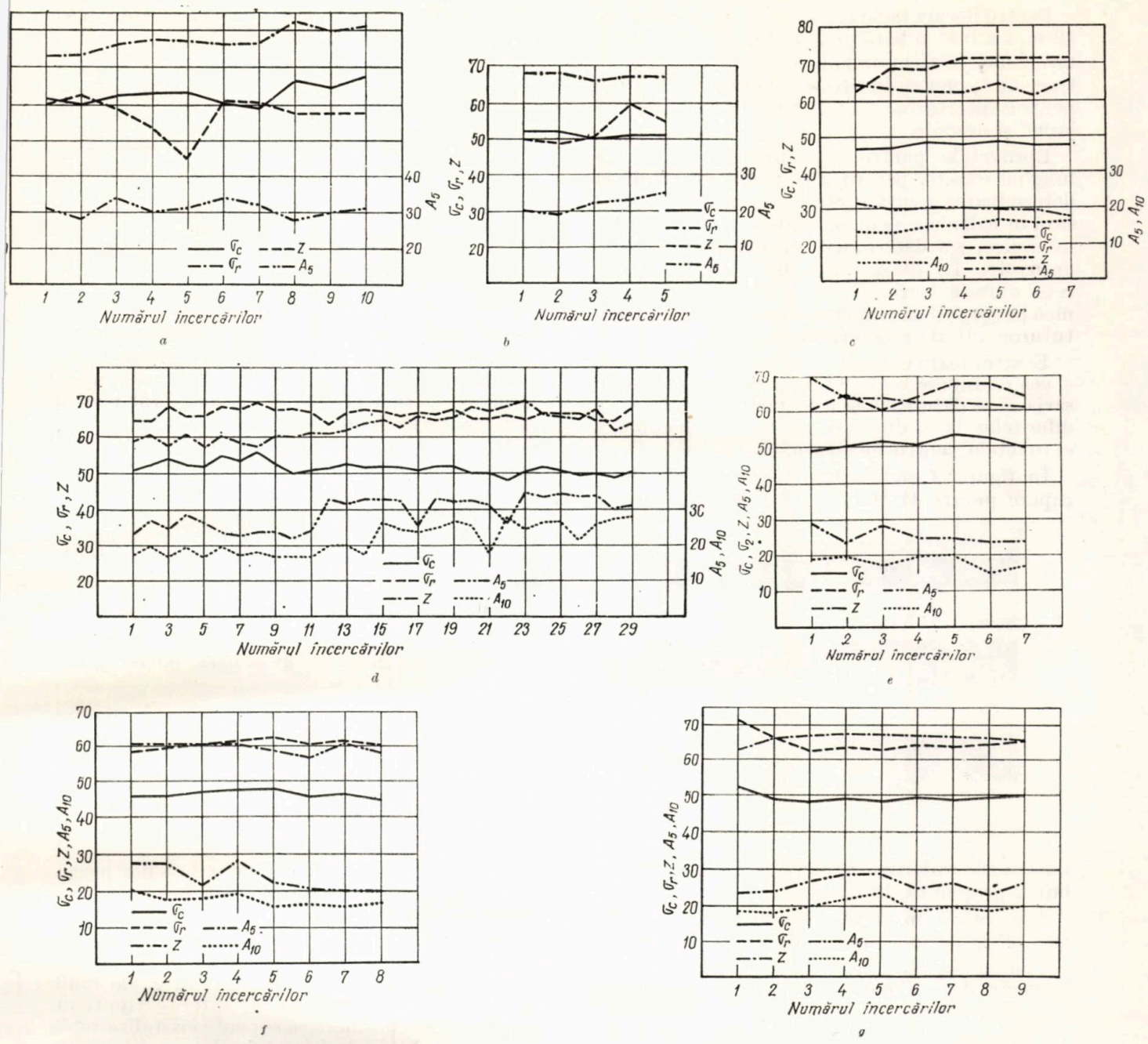


Fig. 1. Variaţiile caracteristicilor mecanice pe şarjă şi dimensiuni : *a* — şarja D, Ø10 mm ; *b* — şarja D, Ø25 mm ; *c* — şarja D, Ø28 mm ; *d* — şarja E, Ø16 mm ; *e* — şarja E, Ø25 mm ; *f* — şarja E, Ø32 mm ; *g* — şarja F, Ø28 mm ; *h* — şarja G, Ø 16 mm.

Pentru fiecare țaglă [/] 80 mm, în lungime de 12 m, s-a luat o bară de 2 m din produsul laminat finit, confecționîndu-se epruvete : pentru tracțiune ; pentru încercarea de îndoire la 180° ; pentru încercarea de îndoire-desdoire (îndoire la 90° și desdoire la 30°).

Epruvetele pentru tracțiune s-au tăiat la lungimi exacte, pentru a se ușura operațiile la determinarea greutății. Secțiunea profilului, necesară în calculele pentru aflarea caracteristicilor mecanice, s-a determinat prin cîntărirea fiecărei epruvete. În diagramele din figurile 1 sînt reprezentate variațiile caracteristicilor mecanice pe șarjă și dimensiuni, construite cu ajutorul tuturor valorilor determinate.

Ecartul mare obținut pentru limita de curgere și cea de rupere la Ø 10 mm șarja D și Ø 16 mm șarja E se datorează și unei răciri neuniforme a diferitelor bare din care au fost confecționate epruvetele pentru încercare.

În figura 2 sînt redate trei epruvete după rupere pentru Ø 16, 25 și 28 mm, în care se

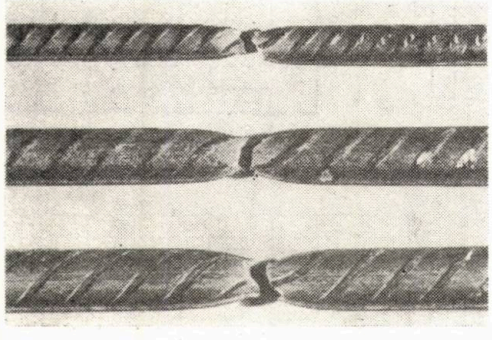


Fig. 2

ilustrează valorile gîtuirilor și a alungirilor bune, prezentate în tabela 3.

Epruvetele în stare îndoită la 180° pentru Ø16, 25 și 28 mm sînt redate în figura 3.

Pentru șarjele E, F și G s-au efectuat și încercări de rezilienţă atît pe epruvete cu crestătură în U, cît și pe epruvete cu crestătură în V, valorile fiind date în tabela 4.

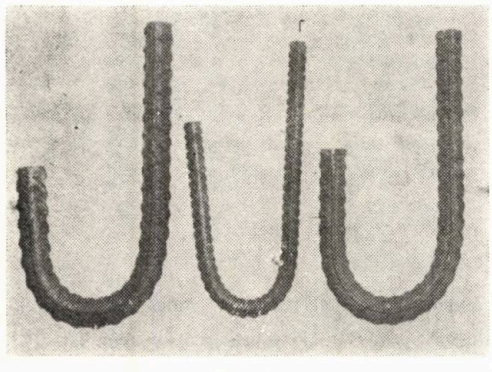


Fig. 3

Tabela 4

Șarja	Dimensiunea laminatului, mm	Rezilienţa	
		KCU, kgf·m/cm²	KV kgf·m/cm²
E	Ø 16	16,25	6,65
E	Ø 16	17,80	9,60
E	Ø 25	20,50	12,50
E	Ø 25	19,80	16,25
F	Ø 28	16,00	4,37
F	Ø 28	17,25	6,14
G	Ø 16	13,90	5,95
G	Ø 16	13,90	6,40

Din tabela 3 reiese clar că mărimea secțiunii profilului finit, în cazul acestui oțel, are o mare influență asupra limitei de curgere, fapt pentru care se poáte conclude că la secțiuni mici, pentru a obține valoarea minimă de 42 kgf/mm² pentru σ_c, se poate folosi un oțel cu conținut mai mic atît de mangan, cît și de vanadiu.

Ca limite ale conținutului de elemente chimice ale oțelului pentru profilul periodic cu limită elastică înaltă, laminat pe o linie continuă, pot fi considerate următoarele :

C = 0,12 — 0,20 % Al = 0,020 — 0,080 %
Si = max. 0,50 % Mn = 0,90 — 1,50 %
V = 0,05 — 0,20 % P = max. 0,040 %
S = max. 0,040 %

În cadrul acestei compoziții, pentru fiecare secțiune de produs finit se recomandă alegerea unui ecart mai restrîns, impus de realizarea valorilor pentru caracteristicile mecanice și considerente de ordin economic în ceea ce privește consumul de feromangan și ferovanadiu.

Pentru îmbunătățirea caracteristicilor mecanice față de cele prezentate, rămîne încă deschisă problema accelerării răcirii după laminare, în domenii care să nu afecteze în mod negativ alungirea și indoirea.

Prin realizarea unor laminări în game mult mai diferite de profile și pe diferite tipuri de laminoare se consideră că se poate cristaliza mult mai bine ideea folosirii oțelurilor cu limită de curgere ridicată, oțeluri care duc la micșorarea consumurilor de metal în construcții și creează posibilitatea realizării unor game mult mai diferite de construcții.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dieter G. Metalurgia mecanică.
[2] * * * Revue de métallurgie, nr. 5, 1970.
[3] * * * Revue de métallurgie, nr. 4, 1970.
[4] * * * Centre de documentation sidérurgique, nr. 5, 1969.
[5] * * * Centre de documentation sidérurgique, nr. 1, 1969.
[6] * * * Stali, nr. 1, 1969.

Conf. dr. ing. S. Şontea
Universitatea—Craiova
şi mat. C. Lupşoiu
Centrul de cercetare şi proiectare
al GUAME—Craiova

Model matematic pentru programarea producţiei în turnătorii

CZ 621.74 :001.891

Dezvoltarea vertiginoasă care caracterizează producţia industrială a ţării noastre şi necesitatea luării unor decizii la timpul potrivit şi în condiţiuni optime, face ca în metalurgia prelucrătoare, la fel ca în toate ramurile industriale, să se utilizeze cu mult succes calculatoarele electronice [1].

Ca domenii de pătrundere se citează progresele făcute în legătură cu conducerea operativă a procesului de elaborare a oţelului în convertizorul cu oxigen, conducerea laminoarelor [1], evidenţa şi programarea în turnătorii [2], [3], [4], [5], optimizarea proceselor de sudare [8], [9], [10], precum şi o altă serie de aplicaţii [6], [7], [11].

În turnătorii calculatoarele pot rezolva două feluri de sarcini: programe de organizare, evidenţă, programare, raportare a producţiei şi probleme „dinamice", adică de strictă tehnologie.

Modelul matematic descris pe scurt în această lucrare se referă la programarea producţiei, avînd bază de studiu o turnătorie de aliaje neferoase.

Construcţia modelului. Secţia de turnătorie studiată se caracterizează printr-o producţie foarte diversă şi de serie mică sau mijlocie. Programarea producţiei într-o astfel de secţie ridică probleme personalului tehnic care consumă o mare parte din timp cu analize, întocmiri de programe, şedinţe de lucru etc.

Pentru construcţia modelului s-au avut în vedere elementele tehnologice care trebuie determinate la formarea şi turnarea pieselor după schema din figura 1. Datele necesare programării se păstrează într-un fişier de cartele, întrucît, ţinînd seamă de caracterul producţiei secţiei, nu este necesar fişier pe bandă sau disc. Elementele necesare completării cartelei sînt preluate din documentaţia tehnică şi se referă la următoarele elemente: denumirea reperului, produsul, numărul de bucăţi programat, consumul specific de metal, compoziţia chimică, calitatea şi cantitatea amestecurilor de formare şi de miezuri etc.

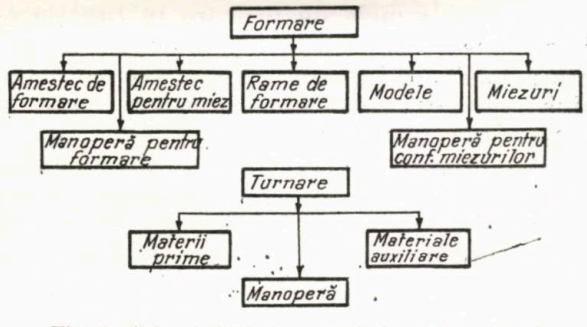


Fig. 1. Schema logică a modelului matematic.

Circulaţia în ansamblu a documentelor de evidenţă primară este arătată în figura 2.

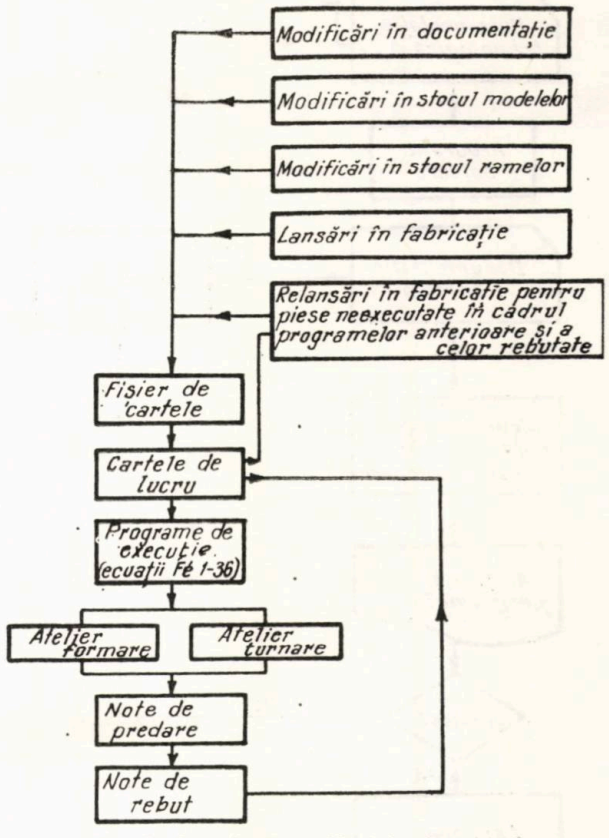


Fig. 2. Organizarea evidenţei primare.

Fişierul de cartele urmează să fie utilizat în următoarele situaţii:

a. — Modificări în documentaţie, în care caz cartelele vechi se înlocuiesc cu altele noi, în concordanţă cu documentaţia.

b. — Lansări în fabricaţie pentru perioadele viitoare sau relansări pentru programele în restanţă.

În aceste situaţii pe baza cartelei din fişier se copiază o nouă cartelă care se foloseşte în circuitul calculatorului. În cartela de lucru se indică termenele de execuţie pentru fazele

formare și turnare. Tot pe baza acestei cartele se lansează consumul de materiale și manoperă. Realizarea programului de producție astfel stabilit se evidențiază pe baza rapoartelor de producție zilnice sau a notelor de rebuturi care justifică lansarea.

Datorită celor arătate calculatorul poate stabili programe zilnice, decadale sau lunare, care se repartizează fiecărui atelier.

Programul prevede calculul tuturor parametrilor tehnico-economici pentru cele două etape distincte, adică formarea și turnarea. Acesta s-a conceput în limbaj FORTRAN. Schema bloc de prelucrare este prezentată în figura 3.

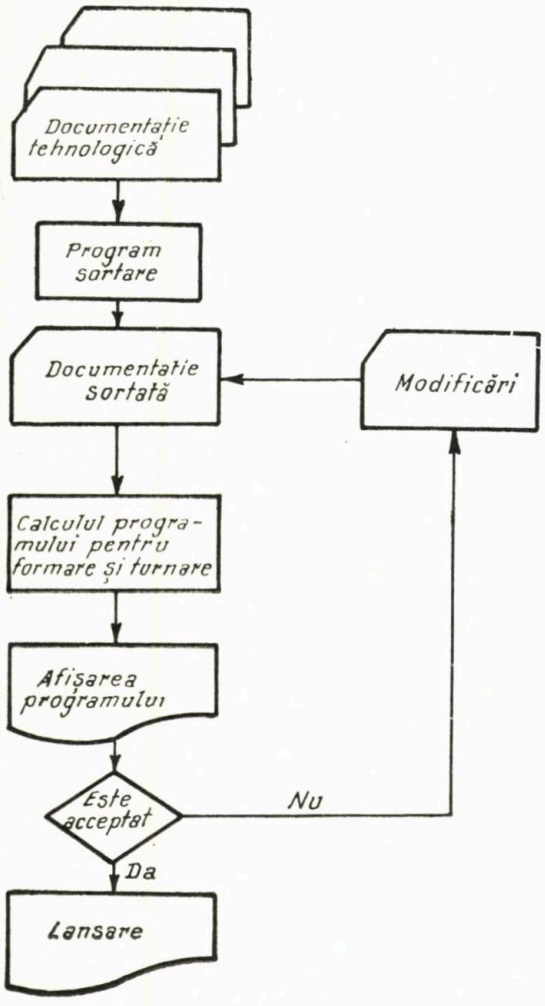


Fig. 3. Schema bloc de prelucrare.

Pentru fiecare din elementele programului s-a pornit de la relațiile care caracterizează algoritmul. Cîteva exemple din aceste relații se arată în cele ce urmează.

Pentru formarea pieselor incluse într-un program se stabilesc : cantitatea de amestec de formare necesară, cantitatea de amestec de miez necesară, miezurile necesare, tipul și numărul de rame pentru formare lipsă, timpul necesar și manopera corespunzătoare. În același timp calculatorul analizează și sesizează nerespectarea anumitor restricții impuse în legătură cu capacitatea de producție a instalației de preparare a amestecului de formare, numărul de rame, suprafața de formare etc.

Cantitatea de amestec de formare $A = \sum_{i}^{N} a_{li} X_i$

unde

a_{li} reprezintă cantitatea de amestec de formare necesară pentru un reper de tip i;

X_i — numărul de repere de tip i în program;

A — cantitatea totală de amestec de formare necesară în program.

Legat de această cantitate intervine restricția :

$$\frac{A}{t} \leqslant A_1$$

unde A_1 este capacitatea de producție zilnică a stației de preparare a amestecurilor de formare;

t — numărul zilelor din programul lansat.

Suprafața de formare necesară :

$$F = \sum_{i}^{N} a_{3i} X_i$$

unde F este suprafața de formare necesară pentru realizarea programului;

a_{3i} — suprafața de formare necesară pentru un reper de tip i.

Restricția capacitivă $\frac{F}{t} \leqslant F_1$

unde F_1 este suprafața de formare care poate fi utilizată zilnic.

Codificînd ramele de formare în funcție de dimensiunea acestora și cunoscînd reperele corespunzătoare în care se formează, se determină numărul de rame necesare care se compară cu cel existent.

Determinarea necesarului de metal lichid și a compoziției acestuia, precum și comparația cu capacitatea de topire a agregatelor sînt alte elemente pe care le rezolvă programul.

$$\text{Metalul lichid } H = \sum_{i=1}^{N} a_{7i} X_i$$

unde a_{7i} este cantitatea de metal lichid pentru un reper de tip i.

El trebuie să fie egal sau mai mic decît capacitatea H_1 zilnică a agregatelor de topire:

$$\frac{H}{t} \leqslant H_1$$

Considerînd un aliaj complex al aluminiului cu cupru, se determină în continuare cantităţile necesare pentru fiecare din elementele de aliere şi pentru prealiajele acestora.

Exemplu: $$W = \frac{H\,C_1}{100},$$

unde W este cantitatea de cupru necesară pentru realizarea prealiajului AlCu necesar programului;

C_1 — concentraţia cuprului în aliaj, %.

Atunci: $$W_1 = \frac{W \times 100}{X_2},$$

unde: W_1 este cantitatea de prealiaj aluminiu-cupru, necesară programului.

X_2 — concentraţia cuprului în prealiajul aluminiu-cupru.

În acelaşi fel se stabilesc şi elementele fond de salarii pentru formare şi turnare, precum şi numărul de muncitori corespunzător.

Organizarea cartelei în succesiune este prezentată în cele ce urmează. Cartela poate fi perforată la o maşină obişnuită de perforat. În cartela de date folosită pentru programare variază numărul de reper (*NR*), termenul de execuţie (*ITEX*) şi felul execuţiei (*N — O* = = formare şi turnare; *1* = turnare şi *2* = formare). De asemenea variază şi numărul de rame (*NRRMT*, *NRRET*, *NRRAMT*). Programul astfel elaborat a fost verificat la un calculator IRIS — 50.

Se prezintă un program de producţie decadal, cu titlu exemplificativ, în forma în care se obţine de la calculator.

PROGRAM DECADAL

N	*n*	*NRMTL*										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0001	150 0	130	0	0	0	0	0	0	0	00	0	0
0002	800 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0003	300 0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
0004	1000 2	0	0	0	950	880	0	0	0	0	0	0
0005	1500 0	0	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0
0006	1200 0	0	0	0	0	0	1190	1120	0	0	0	0
0007	1000 2	0	0	0	1000	1000	0	0	0	0	0	0
0008	500 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0009	500 0	0	0	0	0	0	0	0	490	0	0	0
0010	350 0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0
0011	820 0	0	0	410	0	0	0	0	0	0	0	0
0012	150 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155
0013	320 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0

Atelier formare

A	*B*	*F*	ND_3	E_3	ND_2	*G*	AM_1
204 218	1692	130	33	22 194	10	5 834	99 875

Atelier turnare

ND_1	E_1	*H*	*Z*	*U*	*IT*	AM_2	*CU*	*PALCU*	*SI*	*PALSI*	*TI*	*PALTI*	*MN*	*PALMN*	*NI*	*PALNI*	*MG*	*PALMG*	*AL*
22	15 089	1 827	1 082	1 810	3	129 900	785	2 381	54	457	37	1 075	18	203	9	70	55	609	17 317

Semnificaţia literelor sau grupelor de litere în care se exprimă programul:

N — reperul;
n — numărul de repere în program;
0 — formare şi turnare;
1 — turnare;
2 — formare;
NRMTL — numărul de rame de formare necesare;
1—11 — numărul de bucăţi ce se formează într-o ramă;
A — cantitatea de amestec de formare necesară în program, kg;
B — cantitatea de amestec de miez necesară în program, kg;
F — suprafaţa de formare necesară zilnic, m^2;
ND_3 — numărul de muncitori necesari pentru formare;
E_3 — fondul de salarii necesar pentru formare, lei;
ND_2 — numărul de muncitori pentru formare miez;
G — fondul de salarii necesar pentru confecţionare miez, lei;
AM_1 — producţia globală la secţia formare;

ND_1 — numărul de muncitori la turnare;
E_1 — fondul de salarii pentru muncitorii de la turnare, lei;
H — cantitatea de metal lichid necesară zilnic;
U — cantitatea de aluminiu lichid necesar zilnic;
AM_2 — producția marfă a atelierului de turnare, lei;
CU — cantitatea de cupru necesară pentru program, kg;
$PALCU$ — cantitatea de prealiaj AlCu necesară pentru program, kg;
SI — cantitatea de siliciu necesară pentru program, kg;
$PALSI$ — cantitatea de prealiaj AlSi necesară pentru program, kg;
TI — cantitatea de titan necesară pentru program, kg;
$PALTI$ — cantitatea de prealiaj AlTi necesară pentru program, kg;
MAL — cantitatea de mangan necesară pentru program, kg;
$PALMN$ — cantitatea de prealiaj AlMn necesară pentru program, kg.
NI — cantitatea de nichel necesară pentru program, kg;
$PALNI$ — cantitatea de prealiaj AlNi necesară pentru program, kg;
MG — cantitatea de magneziu necesară pentru program, kg;
$PALMG$ — cantitatea de prealiaj AlMg necesară pentru program, kg;
AL — cantitatea de aluminiu necesară pentru program, kg.

Concluzii

Modelul utilizat poate fi adoptat de orice turnătorie în ipoteza existenței calculatorului.

În orice situație se impune parcurgerea înainte de folosire a unei etape premergătoare în care să se reorganizeze evidența și să se instaleze un post terminal la secția turnătorie care să asigure legătura dintre producție și stația de prelucrare a calculatorului.

Modelul prezentat aduce, după antecalculele făcute, economii cu circa 1% a costurilor globale ale secției realizate într-un an.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Automatizarea în industria siderurgică.* Culegere de material documentar IDT, 1969.

[2] Lew T.D. și Humphrey C. D. *Folosirea calculatoarelor electronice în turnătorii.* The British Foundryman 62, nr. 3, 1969.

[3] Estavialle J. *Calculatoare electronice în turnătorii.* La Fonderie, Belgia 38, nr. 7—8, 1968.

[4] Pelliant W. K. *Controlul cu ajutorul calculatorului electronic al planificării topirii și turnării continue în turnătorii.* Iron and Steel Engineur S.U.A., nr. 8, 1968.

[5] Ninnare C.A. *Introducere pe tema folosirii calculatoarelor în activitatea de conducere a turnătoriilor.* The British Foundryman, nr. 6, 1969.

[6] Caspers Karl Heinz. *Beitrag zur Qualität Kontrole von Gusseisen mit Lamellengraphit für den Motorenbau.* Giesserei, nr. 19, 1969.

[7] Marz P. *Qualitätssteuerung in der Giesserei unter Verwendung statistischer Verfahren.* Giesserei, nr. 19. 1969.

[8] Richter E. și Datendau K. *Vorbereitung auf den Einsatz der Schweisstechnik.* Schweisstechnik 19, nr. 6. 1969.

[9] Beckert M. *Program zur einheitlichen Anwendung matematischer Optimierungsmethoden in der Schweisstechnik.* Schweisstechnik 19, 1969.

[10] Popovici VI., Șontea S. și Coconoiu A. *Relații de interdependență între anumiți parametri tehnologici și proprietățile mecanice ale îmbinărilor sudate din aliaje de aluminiu.* Comunicări, Electroputere, nr. 5, 1970.

[11] Briscan D. *Bazele teoretice ale turnării.* București, Edit. didactică și pedagogică.

Ing. A. Nanu, ing. I. Sporea, ing. A. Breştin
şi ing. St. Gheorghiu
Institutul politehnic „Traian Vuia" — Timişoara

Influenţa agentului de suflare asupra procesului de dezbatere a formelor cu liant silicat de sodiu

CZ 621.747.51

Rezistenţa mecanică mare, obţinută de amestecurile de formare cu liant silicat de sodiu, face posibilă utilizarea acestora pentru cele mai diverse forme temporare atît din punct de vedere al gabaritului, cît şi al complexităţii. Cu toate avantajele tehnice şi economice obţinute la turnarea în aceste forme, răspîndirea metodei este serios frînată din cauza greutăţilor mari întîmpinate la dezbatere după turnarea acestora. Explicaţia constă în faptul că amestecurile de formare cu silicat de sodiu obţin rezistenţe foarte ridicate, care fac practic imposibilă confecţionarea miezurilor şi formelor complicate sau cu pereţi subţiri.

La ora actuală există preocupări serioase pentru a uşura procesul de dezbatere a formelor cu liant silicat de sodiu. Pentru aceasta se cunosc două căi principale: introducerea în amestecul de formare a unor substanţe menite să formeze pelicule în jurul granulelor de nisip şi reducerea consumului de silicat de sodiu din amestec [1], [2], [3]. Peliculele formate nu posedă rezistenţă mecanică, uşurînd astfel dezbaterea şi reducînd rezistenţa mecanică.

În lucrare se încearcă utilizarea unui nou agent de întărire şi uscare a amestecurilor cu silicat de sodiu şi se studiază influenţa acestuia asupra procesului de dezbatere a formelor turnate.

Condiţii de încercare. Ca agent de întărire a formelor cu liant silicat de sodiu s-au folosit gazele arse (CO_2 cca. 12,5 %), iar pentru comparare, bioxidul de carbon din butelie. Drept criteriu de apreciere a condiţiilor de dezbatere s-au considerat rezistenţele mecanice ale amestecului de formare după turnare, determinate pe probe standard, montate într-o formă de turnare care a utilizat amestec de formare obişnuit (fig. 1).

Pentru determinarea rezistenţelor s-au utilizat probe cilindrice de Ø 30 × 50 şi probe pentru încercare la tracţiune. Pe aceste probe s-au măsurat şi durităţile Fischer. Durităţile Fischer, după încercarea probelor la compresiune şi tracţiune, s-au măsurat pe ambele părţi: partea care a fost în contact cu metalul lichid (activă) şi partea opusă acesteia (pasivă). În vederea determinării influenţei timpului de contact al probelor cu metalul lichid cît şi al caracterului transmiterii căldurii, probele au fost fixate în două poziţii: sus şi jos, după poziţia de turnare a formei.

Înainte de fixarea probelor în formă acestea au fost supuse procesului de întărire pînă

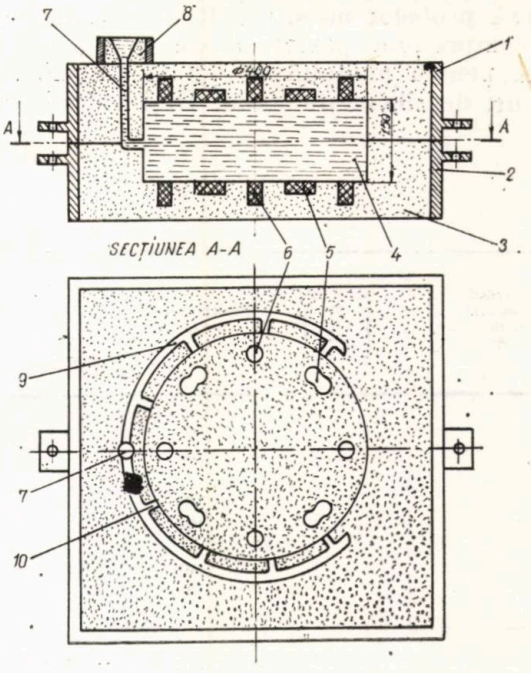


Fig. 1. Forma de turnare a probelor cu liant silicat de sodiu: *1*, *2* — semiramele de formare; *3* — amestecul de formare obişnuit; *4* — aliajul de turnare; *5* — probele pentru determinarea rezistenţelor mecanice la tracţiune; *6* — idem, la compresiune; *7* — piciorul de turnare; *8* — pîlnia de turnare; *9* şi *10* — canalele de distribuţie şi alimentare.

la obţinerea rezistenţelor mecanice maxime determinate în [4]. Rezistenţele mecanice iniţiale ale probelor întărite sînt trecute în tabela 1.

După montarea probelor s-a efectuat turnarea cu un aliaj pe bază de cupru (Bz6Zn3T) supraîncălzit la temperatura de 1 500°K, în scopul menţinerii în stare lichidă a aliajului în contact cu probele încercate timp cît mai îndelungat. Pentru acelaşi motiv forma a fost confecţionată cu o cavitate apreciabilă ca volum.

Dezbaterea formelor s-a făcut după 90 min de la turnarea cu metal lichid. În timpul dezbaterii probele au fost scoase cu atenţie pentru a nu fi deteriorate. După curăţarea amestecului de formare de pe probe, acestea au

fost supuse încercărilor de determinare a rezistenţelor mecanice de rupere la tracţiune şi compresiune şi apoi s-au determinat duritățile Fischer. Rezultatele sînt prezentate în tabela 1.

Interpretarea rezultatelor. Rezultatele măsurătorilor efectuate pe probele extrase din forma turnată cu metal lichid indică o scădere a rezistenţelor mecanice la tracţiune şi compresiune faţă de cele iniţiale, pentru absolut toate modulele silicatului de sodiu, indiferent de agentul de întărire utilizat. Reducerea de proprietăţi mecanice cea mai pronunţată se observă la conţinutul de 5 % silicat de sodiu. Nu există deosebiri esenţiale ale valorilor de rezistenţă mecanică pentru poziţia de turnare a probelor sus şi jos. Rezistenţa de rupere la compresiune păstrează încă o valoare ridicată pentru modulul de 2,3 la ambele conţinuturi de silicat de sodiu. Deşi valorile rezistenţelor mecanice în probele iniţiale sînt foarte apropiate, pentru ambele conţinuturi de silicat de sodiu, după turnare, amestecul cu 4 % silicat de sodiu obţine valori mai scăzute.

Pierderea de proprietăţi mecanice este mai pronunţată la întărirea probelor cu gaze arse, iar valorile absolute ale acestora se găsesc sub valorile obţinute la întărirea cu CO_2, pentru ambele conţinuturi de silicat de sodiu.

Durităţile Fischer, în comparaţie cu cele iniţiale, se măresc puţin pe suprafeţele „active", suprafeţe care se găsesc în contact direct cu metalul lichid, se reduc însă pe cele „pasive". Şi în acest caz nu se observă deosebiri esenţiale ale valorilor durităţilor pentru poziţia sus şi jos.

În vederea determinării cauzelor care au dus la reducerea valorilor de proprietăţi mecanice ale probelor după turnare, pe acestea s-au

Tabela 1

Agentul Conţinut silicat de sodiu, %	Modulul $\left[\frac{M}{\frac{SiO_2}{Na_2O}}\right]$	Poziţia probei în formă	VALORILE REZISTENŢELOR MECANICE						
			Înainte de turnare			După turnare			
			σ_{rt}, daN/cm²	$\sigma_{rç}$, daN/cm²	H, mm	σ_{rt}, daN/cm²	$\sigma_{rç}$, daN/cm²	H, mm	
								activă	pasivă
$\frac{CO_2}{4}$	2,3	sus	20,2	142	56,5	15,4	128	69	48,5
		jos				14,0	130	50	49,2
	2,5	sus	18,3	115	57,5	13,7	36,5	80	46,2
		jos				14,1	45,0	60	44,5
	2,7	sus	19,3	137	60,0	15,2	38,0	65	51,3
		jos				15,0	60,5	76	52,1
$\frac{\text{Gaze arse}}{4}$	2,3	sus	21,4	134	60,0	11,1	123	62	39,2
		jos				13,0	119	71	38,3
	2,5	sus	16,3	127	57,0	11,3	39,2	80	41,0
		jos				12,2	37,7	80	42,3
	2,7	sus	19,1	132	53,0	11,5	50,0	75	49,6
		jos				10,7	57,5	80	48,7
$\frac{CO_2}{5}$	2,3	sus	30,0	175	68,5	16,0	162	48	52,0
		jos				14,7	160	49	53,4
	2,5	sus	19,2	149	69,0	14,9	54,5	60	52,8
		jos				15,8	51,5	60	56,3
	2,7	sus	21,5	162	66,5	13,0	68,0	56	53,6
		jos				14,3	72,0	54	53,6
$\frac{\text{Gaze arse}}{5}$	2,3	sus	23,5	150	61,0	14,5	138	51	43,2
		jos				13,2	105	61	44,1
	2,5	sus	18,0	139	62,4	13,1	68,5	57	47,5
		jos			62,0	12,7	65,4	59	48,0
	2,7	sus	21,0	154		12,5	63,0	68	51,6
		jos				13,7	77,0	66	52,3

determinat conținutul de umiditate (fig. 2). În origine s-a considerat partea care a venit în contact direct cu metalul lichid (activă), determinîndu-se umiditatea din 10 în 10 mm.

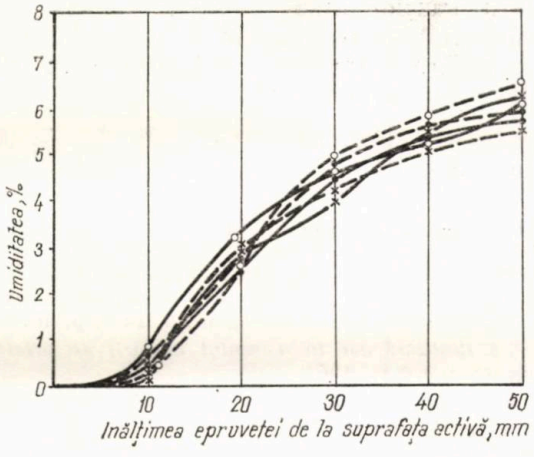


Fig. 2. Variația conținutului de umiditate din probe după turnare :

● ● ● — $M = 2,3$; × × × — $M = 2,5$; ○ ○ ○ — $M = 2,7$; ——— — 4 % silicat de sodiu ; — — — — 5 % silicat de sodiu.

Din aspectul curbelor reiese că partea care vine în contact direct cu metalul lichid conține o cantitate neînsemnată de umiditate, în timp ce acesta crește considerabil la capătul opus. La circa jumătate din lungimea probei conținutul de umiditate depășește cantitatea inițială din probe.

Cantitatea ridicată de umiditate de pe partea „pasivă", față de cea „activă" (practic egală cu zero), reprezentînd media umidității probelor întărite cu ambii agenți, explică și diferențele de durități de pe respectivele suprafețe. Tot din acest motiv probele pentru încercarea la compresiune s-au distrus de regulă în spre capătul părții pasive.

Din analiza tabelei 1 reiese că la valori ale rezistențelor mecanice inițiale, pentru insuflarea cu gaze arse și CO_2 foarte apropiate, după turnare aceste valori de rezistență sînt mai mici, în cazul agentului de insuflare cu gaze arse, pentru ambele conținuturi de silicat de sodiu. Cauza care duce la apariția acestui fenomen nu poate fi dată decît de condițiile în care are loc întărirea probelor cu cei doi agenți. Astfel, probele întărite cu gaze arse suferind un proces de uscare superficială la locul de intrare a acestora, datorită căldurii fizice conținute de gazele arse, face ca umiditatea inițială, conținută de probe, să se deplaseze în sensul insuflării gazelor arse. Pe de altă parte, vaporii conținuți de gazele arse se depun și ei sub formă de condens în aceeași parte a probei (fig. 3).

Toate curbele indică o cantitate de umiditate în jur de 1,5 % la locul de intrare a gazelor arse, pentru toate modulele și conținuturile silicatului de sodiu, ceea ce prezintă avantajul unei uscări superficiale a formei.

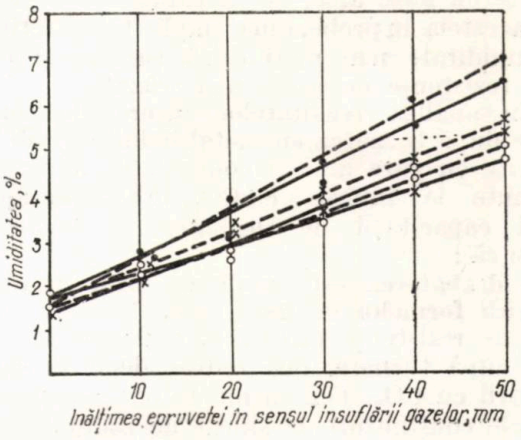


Fig. 3. Variația conținutului de umiditate din probele inițiale insuflate cu gaze arse :

● ● ● — $M = 2,3$; × × × — $M = 2,5$; ○ ○ ○ — $M = 2,7$; ——— — 4 % silicat de sodiu ; — — — — 5% silicat de sodiu.

Probele au fost insuflate pînă la atingerea proprietăților mecanice maxime determinate în [4] pentru gaze arse, timp de suflare 300 s, iar pentru CO_2 60 s (tab. 2). Se remarcă faptul

Tabela 2

Silicatul de sodiu		Umiditatea medie, %				
		Inițială			După turnare	
Cantitatea, %	Modulul $\frac{SiO_2}{Na_2O}$	Amestec	După întărire		CO_2	Gaze arse
			CO_2	Gaze arse		
4	2,3	3,12	3,23	3,43	2,95	3,21
	2,5	3,21	3,26	3,44		
	2,7	3,22	3,25	3,45		
5	2,3	3,23	3,28	3,45		
	2,5	3,34	3,42	4,55		
	2,7	3,40	3,48	3,66		

Obs. : Densitatea silicatului de sodiu = 1,44 g/dm³.

că media umidității inițiale este mai mică la suflarea cu CO_2. În același timp cantitatea de umiditate inițială la suflarea cu gaze arse este foarte apropiată datorită conținutului de umiditate din gazele arse (cca. 9%) și timpului de suflare mai mare decît în cazul CO_2. După turnare umiditatea se nivelează pentru toate probele și este inferioară la probele suflate cu CO_2 ceea ce duce la durități mai ridicate ale amestecului față de gazele arse. Duritatea

acestor probe este amplificată, probabil, și datorită frontului mai mare de gaze calde ce străbat proba suflată cu CO_2 dinspre partea activă (care conține mai puțină umiditate decît probele suflate cu gaze arse) spre cea pasivă. Umiditatea inițială mai ridicată în probele suflate cu gaze arse, cît și caracterul repartiției acesteia în probe, duce implicit la cantități de umiditate mai mari după turnare și deci și la rezistențe mecanice mai scăzute.

Din analiza rezultatelor încercărilor efectuate după turnarea cu metal lichid a probelor întărite cu gaze arse și comparate cu probele obținute la întărirea cu CO_2, în vederea aprecierii capacității de dezbatere a formelor, reiese că :

— dezbaterea este mult ușurată, în cazul întăririi formelor cu gaze arse, datorită valorilor de rezistențe mecanice, obținute pe probele după turnare, mai reduse decît în cazul întăririi cu CO_2. Fenomenul se observă pentru ambele conținuturi de silicat de sodiu ;

— rezistențele mecanice inițiale, la ambele conținuturi de silicat de sodiu, sînt comparabile pentru ambii agenți de insuflare, în schimb, după turnare, la amestecul cu 4% silicat de sodiu, sînt mai reduse ca valoare ;

— datorită acestor avantaje tehnice, cît și avantajului economic care rezultă în cazul utilizării gazelor arse (a căror valoare este practic nulă) se recomandă utilizarea gazelor arse la întărirea formelor ce folosesc liant silicat de sodiu în locul CO_2.

BIBLIOGRAFIE

[1] Liass A. M. *Raționalnîie uslovia ispolzovania uglekislovo gaza pri obrabotke smesei s jidkim steklom. Teoria formavki.* Moscova, Izd. Akad. Nauk, S.S.S.R., 1961.

[2] Nemirovskii Ia. I. *Ulucișenie vîbimaiemosti smesei na jidkom stekle.* Lit. proizvod, nr. 5, 1969, p. 46.

[3] * * * *Realizări noi în domeniul turnării de precizie.* București, I.D.T., 1963.

[4] Nanu A., Sporea I., Gheorghiu St. și Breștin A. *Proprietățile mecanice ale amestecurilor de formare cu liant silicat de sodiu, întărite cu gaze arse.* Metalurgia, nr. 7, 1970, p. 423—430.

[5] Liass A. M. *Bîstrotverdeiușcie formovocinîie smesii.* Moscova, Izd. Mașinostroenie, 1965.

ÎN ATENȚIA AUTORILOR

— Articolele se trimit la redacție în dublu exemplar, dactilografiate la două rînduri.

— Articolele vor purta, în mod obligatoriu, semnătura autorilor și adresa lor exactă, pentru corespondență și retribuție.

— După titlul articolului, autorii vor indica : numele și prenumele întreg, titlul universitar, denumirea completă a instituției la care funcționează.

— Articolele nu vor depăși :

— 3 pagini dactilografiate pentru recenzii, cronici etc.

— 8 pagini dactilografiate pentru lucrări originale, cercetări experimentale, lucrări de sinteză.

— Este necesar ca articolele care tratează probleme de tehnologie să cuprindă și măsurile adecvate de protecția muncii.

— Articolele originale vor fi însoțite de un rezumat de maximum 1 pagină în vederea traducerii în limbi străine. Rezumatul trebuie să cuprindă : ipoteza de lucru, metoda folosită în lucrare, rezultatele obținute, concluziile asupra temei prezentate în articol.

— Bibliografia citată în text se va anexa la articol și va fi redactată după cum urmează :

— pentru cărți : numele autorului, inițiala prenumelui, titlul întreg al cărții, în limba originală, localitatea, editura, anul apariției ;

— pentru reviste sau alte publicații periodice : numele autorului, inițiala prenumelui, titlul lucrării în limba română, titlul revistei, numărul, anul, pagina.

— Articolele vor fi însoțite de o legendă a figurilor.

— Autorii vor primi articolul în formă culeasă pentru „Bun de tipar" ; ei vor putea modifica numai greșelile tipografice sau erorile de conținut ; nu se va ține seamă de modificările stilistice. Materialul cu viza „Bun de tipar" se va înapoia redacției în cel mult două zile.

— Nu se trimit lucrări care au mai fost trimise spre publicare altor reviste.

— Articolele respinse nu se restituie autorilor.

— Manuscrisele vor fi trimise pe adresa : Centrul de documentare și publicații tehnice al M.I.M., revista Metalurgia, str. Academiei 7, sector 1, București.

Ing. Lucia Dumitru, ing. Nicolae P., ing. Al. Mitu și ing. Florica Nadu

Institutul de cercetări metalurgice — București

Contribuții privind valorificarea complexă a piritei și cenușei de pirită

CZ 661.242.8.004.86 :658.567

Dintre sulfurile metalice cea mai răspîndită este pirita.

Faptul că la un moment dat pirita s-a aflat în stare lichidă și, deci, a avut o mare putere de dizolvare, explică existența frecventelor zăcăminte complexe de pirită în care bisulfura de fier (component principal) este însoțită de sulfurile metalelor neferoase. În urma flotației acestor minereuri se obține concentratul de pirită, care este una din materiile prime principale pentru fabricarea acidului sulfuric.

În R. S. România acidul sulfuric se produce aproape exclusiv în urma prăjirii oxidante a concentratelor de pirită. Concentratele de pirită românești au o compoziție chimică ce variază de la o exploatare minieră la alta, în limitele prezentate în tabela 1.

În prezent, din concentratul de pirită se valorifică numai sulful, care reprezintă circa 40% din valoarea sa; restul de 60% reprezentînd valoarea fierului, a metalelor neferoase și prețioase nu se valorifică, rămînînd blocate în cenușă, reziduu ce rămîne în urma prăjirii oxidante a piritei.

Avînd în vedere conținuturile în elemente utile ale cenușilor de pirită și anume: 50—55%Fe; 0,3 — 0,5% Cu; 0,6 — 1,6% Zn; 0,4 — 0,6% Pb; 1 — 1,2 g/t Au și 25—30 g/t Ag, nevalorificarea completă a metalelor constituie pierderi importante pentru economia națională. Acest veritabil minereu de fier, cu o valoare metalurgică medie ce depășește 50%, nu poate fi folosit în siderurgie din cauza conținuturilor ridicate în Cu, Pb, Zn, As și a granulației fine, de peste 40%, sub 0,063 mm. Îndepărtarea metalelor neferoase, de fapt purificarea cenușei de pirită, gradul de îndepărtare a Cu, Zn, Pb, As trebuind să depășească 80% pentru obținerea unei cenuși care să fie acceptată de siderurgie, trebuie analizată pornind de la concentratul de pirită.

Concentratul de pirită se obține prin flotarea minereurilor piritoase; posibilitatea unei flotații selective înaintate este îngrădită în mare măsură de gradul de concreștere a cristalelor sulfurilor metalelor neferoase cu mineralul de bază, pirita. Deci posibilitatea de a purifica pirita prin reflotare este limitată.

Concentratele de pirită se prelucrează prin prăjire oxidantă și mai rar prin descompunere termică. Descompunerea termică a piritei, în atmosferă neutră, prezintă interes datorită faptului că în funcție de temperatura la care are loc procesul, alături de sulf pot distila și sulfurile metalelor neferoase (total sau parțial).

În tabela 2 se prezintă temperaturile de topire și volatilizare ale sulfurilor metalice care interesează.

Descompunerea termică a concentratului de pirită se poate realiza la temperatură joasă (750 — 900°C), fără apariția fazei topite, sau la temperatură ridicată (1 200 °C), cu apariția fazei topite.

Reacția principală care are loc:

$$FeS_2 \rightarrow FeS + 1/2\ S_2 \qquad (1)$$

este endotermă: $\Delta H = 19{,}6$ kcal. Tensiunea de disociere are valori înalte la temperaturi relativ joase și, practic, la 700°C sulful labil este total îndepărtat.

Tabela 1

Fe, %	S, %	Cu, %	Zn, %	Pb, %	As, %	Au,g/t	Ag, g/t	CaO, %	SiO_2, %	Al_2O_3, %
39—44	40—48	0,1—0,5	0,1—1,2	0,1—0,5	0,1—0,7	0,1—4,3	3—5,7	0,1—0,75	3,5—14	0,5—5

Tabela 2

Compusul	FeS	Cu_2S	ZnS	PbS	As_2S_3
Temperatura de topire, °C	1 195	1 130	—	1 110	310
Temperatura de volatilizare, °C	se descompune	se descompune	(1900)	1 281	707

O dată cu vaporii de sulf distilă As_2S_3 și o parte din PbS, în reziduul de pirotină regăsindu-se aproape total Cu și Zn.

Descompunerea piritei la temperatură joasă este prima fază a unor procedee ca Socolescu și Sheritt Gordon Process, procedee neexperimentate industrial [1], [2]. Descompunerea piritei la temperatură înaltă (1 200°C) a găsit expresia într-un procedeu industrial — procedeul Outokumpu [4]. Pirita este injectată într-un cuptor de topire în suspensie în care se obține o mată feroasă ce dizolvă Cu și Zn și gaze de o compoziție apropiată de cea obținută la descompunerea termică la temperaturi joase. În cele din urmă se ajunge la prelucrarea uzuală a concentratelor de pirită : prăjirea oxidantă în strat fluidizat însă de data aceasta a matei feroase granulate, un material lipsit de arsen. Evident, nu se rezolvă problema ridicată — îndepărtarea metalelor neferoase — pentru că cenușa de pirită rezultată are o compoziție asemănătoare cu cea obținută curent la fabricile de acid sulfuric.

Prelucrarea piritei pe cale termică în atmosferă lipsită de oxigen este pretențioasă și costisitoare, nefiind la ora actuală o cale acceptabilă pentru valorificarea completă a concentratelor de pirită din R. S. România. Prăjirea oxidantă a piritei este generală pentru extragerea sulfului ca SO_2 care, în continuare, este oxidat catalitic și absorbit cu acid sulfuric.

Reacția principală

$$2\,FeS_2 + \frac{11}{2}\,O_2 = Fe_2O_3 + 4SO_2 \qquad (2)$$

este puternic exotermă : $\Delta H = 405$ kcal.

În tabela 3 se prezintă temperaturile de topire și volatilizare ale oxizilor metalici care interesează. Deci, se poate pune problema volatilizării arsenului și în parte a plumbului, la temperatura la care are loc procesul de prăjire, circa 900°C. Volatilizarea arsenului este legată de cantitatea de oxigen folosită la prăjire.

Cînd concentratul de pirită se prăjește în cuptor polietajat, volatilizarea arsenului se realizează ușor pe primele vetre ale cuptorului, cînd distilă ca As_2S_3 și, parțial, ca As_2O_3. Într-adevăr cantitatea insuficientă de oxigen existentă la acest nivel este consumată pentru arderea sulfului labil conform ecuației :

$$FeS_2 + O_2 = FeS + SO_2 \qquad (3)$$

reacție exotermă : $\Delta H = -54{,}9$ kcal.

În ultimii ani însă prăjirea în strat fluidizat a înlocuit prăjirea în cuptor polietajat, datorită avantajelor ce le oferă : productivitate ridicată, desulfurare înaintată, exploatare sigură, dar a eliminat posibilitatea volatilizării arsenului.

În timpul prăjirii în strat fluidizat toate produsele intermediare ale prăjirii de la FeS_2 la Fe_2O_3 sînt simultan prezente în cuptor. Cum atmosfera este puternic oxidantă, gazele de prăjire conținînd aproximativ 5% O_2, se formează compusul stabil $FeAsO_4$ conform reacției :

$$As_2O_3 + Fe_2O_3 + O_2 \rightarrow 2\,FeAsO_4 \qquad (4)$$

Valoarea potențialului termodinamic izobar, calculat la 1 000°C, $\Delta G_{1000°C} = -172\,000$ cal, exprimă sensul în care se desfășoară reacția de la stînga spre dreapta. Această reacție poate fi evitată prin reducerea presiunii parțiale a oxigenului în stratul fluidizat.

Procedeul Boliden propune prăjirea în strat fluidizat a piritei în vederea obținerii unei cenuși de pirită magnetitice [3]. În acest fel se anulează posibilitatea apariției combinațiilor stabile pentavalente ale arsenului.

Procedeul BASF recomandă prăjirea oxidantă a concentratului de pirită în două trepte, în prima oxidîndu-se sulful labil, în cea de-a doua, restul de sulf [3]. Deci, în primul fluidizor se desfășoară reacția (3), care s-a văzut că are loc la prăjirea piritei în cuptorul polietajat.

Gazele obținute conțin întreaga cantitate de As și o parte din Pb, ambele elemente volatilizîndu-se sub formă de sulfură și parțial oxid. În al doilea fluidizor se desăvîrșește operația de prăjire conform reacției :

$$4FeS + 7O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 4SO_2 \qquad (5)$$

reacție exotermă în care $\Delta H = -590{,}4$ kcal.

Aceste două procedee, aplicate industrial, au deocamdată o importanță nesemnificativă, datorită unor greutăți tehnologice legate de exploa-

Tabela 3

Compusul	Cu_2O	ZnO	PbO	As_2O_3
Temperatura de topire, °C	1 230	1 975	886	313
Temperatura de volatilizare, °C	se descompune	se descompune	1 470	456

tarea instalaţiilor şi de micşorarea productivităţii fluidizoarelor. În procedeele expuse s-au analizat posibilităţile de îndepărtare a unor elemente (As şi parţial Pb) în timpul procesului de prăjire sau descompunere termică a piritei. Aceste procedee însă, la ora actuală, pot fi considerate procedee speciale cu excepţia prăjirii oxidante în strat fluidizat.

Pentru valorificarea elementelor utile conţinute în cenuşile de pirită se aplică industrial în lume două procedee :

— prăjirea clorurantă la temperatură joasă (500—600°C) ;

— prăjirea clorurantă volatilizantă (circa 1 200°C).

Prăjirea clorurantă la temperatură joasă a fost dezvoltată de Societatea Duisburger Kupferhütte unde se prelucrează circa 2,2 mil. t cenuşi/an. Cenuşa de pirită se amestecă cu 8—10% NaCl şi se prăjeşte la 500—600°C în cuptoare polietajate [4]. Metalele neferoase trec în combinaţii solubile : cloruri şi parţial sulfaţi. Materialul prăjit este supus leşierii prin percolare în soluţie trecînd compuşii solubili ai metalelor neferoase. Soluţiile se prelucrează pentru extragerea acestor metale. Reziduul este aglomerat şi folosit la elaborarea fontei.

Prăjirea clorurant-volatilizantă. La temperaturi de circa 1 200°C clorurile metalelor neferoase au o presiune înaltă de vapori, deci pot distila.

În Japonia se prelucrează cenuşi de pirită prin clorurare volatilizantă, folosindu-se ca agent clorurant $CaCl_2$ [5]. Cenuşa de pirită amestecată cu soluţie de $CaCl_2$ este peletizată, iar peletele după uscare sînt arse în cuptor rotativ. Se obţin pelete care se introduc pînă la 10% în încărcătura furnalului. Prin spălarea gazelor se obţin soluţii din care se extrag metalele neferoase.

Compania Lurgi s-a ocupat de punerea la punct a unui procedeu de prelucrare a cenuşilor de pirită [4]. S-au făcut încercări semiindustriale într-o instalaţie de 100 t/zi.

Cenuşa este amestecată cu bentonită, peletizată, iar după uscare peletele se introduc într-un cuptor cu cuvă unde circulă în contracurent cu clor gazos la o temperatură maximă de 1 250°C. Se obţin pelete care pot fi folosite în siderurgie. Soluţiile obţinute după spălarea gazelor sînt prelucrate pentru extracţia metalelor neferoase.

În Franţa se dezvoltă un procedeu de prăjire clorurant—volatilizantă, folosindu-se ca agent clorurant HCl. Prăjirea clorurant-volatilizantă se realizează în cuptoare cu strat fluidizat.

În tabela 4 se prezintă compoziţia chimică a materiei prime (cenuşă de pirită) şi a produsului obţinut în instalaţiile prezentate.

Tabela 4

Ţara	Capacitatea instalaţiei	Denumirea procedeului	Faza	Compoziţia chimică a materiei prime, %						Forma produsului siderurgic	Compoziţia chimică a producţiei siderurgice, %					
				Fe	S	Cu	Zn	Pb	As		Fe_{tot}	S	Cu	Zn	Pb	As
Japonia	500 000t/an	Kowa Seiko	Ind.	60,0	0,6	0,67	0,67	0,15	0,038	pelete	61,5	0,02	0,04	0,02	0,01	0,048
R.F. a Germaniei	2,2 mil.t/an	DKH	Ind.	42—60	1,5—6	0,1—4,0	0,1—1,1	0,02—1,2	0,05	aglomerat	—	—	0,065	0,15	0,38	0,047
R.F. a Germaniei	100 t/zi	LDK	Semiind.	58—62	1,0—3,7	0,2—0,3	0,2—0,75	0,06—0,15	0,02—0,15	pelete	—	0,02	0,03	0,01	0,02	—

Tabela 5

Fe_{tot}, %	FeO, %	SiO_2, %	CaO, %	MgO, %	Al_2O_3, %	Cu, %	Pb, %	Zn, %	As, %	S, %
49,37—53,2	4,2—5,7	11,3—11,7	0,02—0,8	0,3—0,5	0,57—3,0	0,370—0,48	0,32—0,47	1,2—1,7	0,48—0,7	2,1—2,5

Din tabela 4 se observă că aceste instalaţii prelucrează cenuşa de pirită de compoziţie chimică sensibil diferită de cea a cenuşii de pirită româneşti.

La ICEM s-au întreprins cercetări privind valorificarea complexă a cenuşilor de pirită a căror compoziţie este prezentată în tabela 5. Cercetarea efectuată de ICEM a dus iniţial la elaborarea unei tehnologii de dezarseniere, deplumbare şi desulfurare prin prăjire reducătoare în cuptor rotativ, tehnologie experimentată în fază pilot şi semiindustrială. Acest procedeu este destinat valorificării cenuşilor de pirită cu conţinuturi reduse de Cu şi Zn (max. 0,04% Cu şi 0,3% Zn), inclusiv a cenuşilor decuprate şi dezincate prin procedee hidrometalurgice dar cu conţinut ridicat de As şi Pb.

În cenuşa de pirită As se găseşte fixat sub formă de $FeAsO_4$. Masa principală a cenuşii de pirită este formată din hematită. În cuptorul rotativ $FeAsO_4$ este redus la As_2O_3.

$$6FeAsO_4 + 4C + 1/2O_2 = 2Fe_3O_4 + 4CO_2 + 3As_2O_3 \quad (6)$$

$$\Delta G^\circ_{1000^\circ C} = -334\,340 \text{ cal}$$

$$3\,Fe_2O_3 + C + 1/2\,O_2 = 2Fe_3O_4 + CO_2 \quad (7)$$

$$\Delta G^\circ_{1000^\circ C} = -80\,600 \text{ cal}$$

Valorile potenţialului termodinamic izobar arată că $FeAsO_4$ se poate reduce mult mai uşor decît masa în care acesta este înglobat — masa hematitică. Acest lucru este foarte important pentru că, cu creşterea gradului de reducere a hematitei în magnetită, metalele neferoase se blochează sub formă de feriţi, combinaţii foarte stabile.

Atmosfera slab reducătoare dată de adaosul de cocs şi raportul CH_4/aer asigură grade de îndepărtare ale As şi Pb mai mari de 90%. Pentru optimizarea procesului se adaugă NaCl.

Procedeul ICEM de dezarseniere permite obţinerea unui aglomerat cu următoarele caracteristici (tabela 6).

Deoarece cenuşi de pirită cu Cu şi Zn redus nu se obţin, ICEM a continuat cercetările privind posibilitatea obţinerii unui produs bun pentru siderurgie din cenuşi de pirită cu compoziţie chimică curentă.

Pentru îndepărtarea Cu şi Zn s-au făcut încercări de prăjire clorurant-volatilizantă pe cenuşi dezarseniate şi deplumbate.

În tabela 7 se prezintă temperaturile de topire şi volatilizare ale clorurilor metalelor neferoase.

Calculele termodinamice ale reacţiilor ce au loc la eliminarea Cu şi Zn prin prăjire clorurant-volatilizantă s-au efectuat pentru oxizii acestor metale, folosindu-se diverşi agenţi cloruranţi.

Tabela 6

Compoziţia chimică, %						
Fe_{tot}	SiO_2	Cu	Zn	Pb	As	S
55,0	12,0	0,3	1,1	0,03	0,03	0,02

Granulaţia, mm					
+ 35 %	35–25 %	25–15 %	15–10 %	10–5 %	–5 %
6,6	22,8	28,6	16,3	18,7	7,0

Porozitatea: 28,5 %
Rezistenţa la compresiune: 150–200 kgf/granulă
Rezistenţa la toba Micum: 5,7%<5 mm

Tabela 7

Compusul	$CuCl_2$	$ZnCl_2$	$PbCl_2$	$AsCl_3$
Temperatura de topire, °C	430	326	498	– 16
Temperatura de fierbere, °C	1 690	732	954	130

În tabela 8 se prezintă valorile potenţialului termodinamic izobar la 1 000°C, în cazul reacţiilor de clorurare a oxizilor de Cu şi Zn. Din tabela 8 se observă că clorul este un clorurant energic care nu necesită adaosuri pentru desfăşurarea reacţiei de clorurare şi că dintre ceilalţi agenţi cloruranţi cel mai energic este $CaCl_2$.

Tabela 8

Reacţia chimică	ΔG_{1000}°C, kcal/mol clor		
	Cu I	Cu II	Zn
$MeO + Cl_2 - MeCl_2 + 1/2\,O_2$	–18,0	– 4,0	–17,0
$MeO + HCl = MeCl_2 + H_2O$	–11,3	+ 2,8	–10,4
$MeO + CaCl_2 = MeCl_2 + CaO$	+10,4	+25,2	+11,1
$MeO + 2NaCl = MeCl_2 + Na_2O$	+67,7	+22,8	+69,5
$MeO + CaCl_2 + SO_2 + 1/2\,O_2 = CaSO_4 + MeCl_2$	–33,3	–19,2	–31,5
$MeO + 2NaCl + SO_2 + 1/2\,O_2 = Na_2SO_4 + MeCl_2$	– 9,5	+ 4,6	– 8,7
$2MeO + 2CaCl_2 + SiO_2 = 2MeCl_2 + 2CaO \cdot SiO_2$	– 8,9	+ 5,8	– 7,8

Cu creşterea temperaturii reacţiile de clorurare sînt favorizate, valorile corespunzătoare potenţialului termodinamic izobar devenind mai negative.

La ICEM s-au făcut cercetări de clorurare volatilizantă folosindu-se ca agent clorurant $CaCl_2$ tehnică, care în urma cedării clorului îmbunătăţeşte bazicitatea peletelor.

S-au făcut experienţe pentru determinarea influenţei cantităţii de $CaCl_2$ adăugată temperaturii, duratei de retenţie şi atmosferei optime procesului de prăjire clorurant-volatilizantă, aceasta fiind de fapt un proces complex de formare şi vaporizare a clorurilor.

Ţinînd seamă de aceste două procese s-au putut trage următoarele concluzii :

— formarea $ZnCl_2$ este un proces mai lent decît formarea CuCl deci, pentru îndepărtarea Zn factorul determinant alături de concentraţia $CaCl_2$ este durata procesului de clorurare;

— vaporizarea CuCl este un proces mai lent decît vaporizarea $ZnCl_2$, deci pentru îndepărtarea Cu factorul determinant alături de concentraţia $CaCl_2$ este temperatura procesului de clorurare.

Cele prezentate au stat la baza stabilirii condiţiilor de prăjire clorurant-volatilizantă a cenuşii de pirită dezarseniate.

În încercările de laborator de prelucrare în două trepte a cenuşilor de pirită (dezarseniere şi clorurare) produsul final obţinut a avut următoarea compoziţie chimică : 0,02 % As ; urmePb ; 0,05 % Cu ; 0,1 % Zn.

Tehnologia a fost experimentată şi în fază pilot, obţinîndu-se pelete ce conţin : sub 0,03 % As şi Pb ; 0,1 % Cu şi 0,3 % Zn. Peletele au avut caracteristici mecanice corespunzătoare şi anume : rezistenţa la strivire peste 200 kgf/peletă ; rezistenţa la abraziune 3,5 % material sub 5 mm.

BIBLIOGRAFIE

[1] Socolescu Gr. *Procedeu nou de extracţie a fierului din pirite şi cenuşi de pirită.* Metalurgia, nr. 12, 1967.

[2] Gordon Sh. *Process for Production of Elemental Sulphur and Iron from Pyrites.* Sulphur, nr. 76, 1967.

[3] Wolf H. şi Gösele W. *BASF Double Stage Process for Turbulent Layer Roasting of Arsenical Pyrites.* Sulphur, nr. 78, 1968.

[4] Schackmame H. *Neure Entwicklung bei der Anfarbeitung Nemetallhalliger Schwefelkiesbbrände.* Erzmetall, nr. 11, 1967.

[5] Okubo Yasutake. *Kowo Seiko Pelletizing Chlorination Process — Integral Utilization of Iron Pyrites.* Journal of Metals, martie, 1968.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

1,7 mil. t ţevi de oţel produse de Franţa în 1971. Aderenţii la Camera sindicală a fabricanţilor de ţevi de oţel au produs, în 1971, 1 708 484 t ţevi de toate diametrele. Scăderea de 18 % faţă de anul 1970 este datorată, în primul rînd, reducerii livrărilor pe piaţa internă pentru ţevi de diametru mic şi mijlociu, de 926 994 t în 1971, faţă de 1 mil. t în 1970. Această diferenţă se explică prin scăderea generală a investiţiilor în Europa, printr-o scădere a stocurilor la ţevile sudate şi printr-o creştere a suporturilor.

Producţia de ţevi sudate de mare diametru s-a ridicat la 368 907 t faţă de 336 412 t în 1970. Livrările importante pe piaţa internă pentru dublarea conductei Marsitia — Strasbourg au contribuit la această mărire.

(*L'Usine Nouvelle, Franţa, nr. 15, 1973, p. 43*)

★

Darea în funcţiune de către Alcoa (S.U.A.) a celui mai rapid laminor cu caje multiple. Noul laminor la rece cu şase caje — cel mai rapid din lume — a fost dat recent în funcţiune la uzina Alcoa din Warrick (Indiana). Controlat electronic, laminorul poate produce cu o viteză depăşind 2 500 m/min tablă subţire de aluminiu pentru diferite industrii, din care ambalaje şi construcţii.

Prelucrînd benzi de 1,32 m lăţime, acest laminor trebuie să producă lunar peste 13 500 t folii uşoare. Această instalaţie vine să întărească dubla serie de laminoare speciale la rece cu cinci caje, în funcţiune la Warrick din 1965. Laminoarele cu cinci caje deţineau pînă în prezent recordul de viteză al unităţilor de acest tip, avînd o viteză de 1 600 m/min pentru anumite aliaje.

Conform declaraţiilor Alcoa, cantitatea de aluminiu, utilizată de industria ambalajelor, va creşte rapid şi va atinge 900 mii t în 1975, de două ori mai mult decît cantitatea actuală. În cea mai mare parte această creştere este datorată utilizării crescînde a tablei subţiri de aluminiu la recipientele rigide (pentru bere şi băuturi) : 1,7 mld. cutii în 1967, 4,6 mld. în prezent şi 12 mld. prevăzute pentru 1975.

În 1970, cantitatea de aluminiu livrată construcţiilor (1 012 mii t) a reprezentat 22,2 % din ansamblul livrărilor americane de aluminiu pentru diversele industrii.

(*L'Usine Nouvelle, Franţa, nr. 15, 1973, p. 43*)

★

Dezvoltarea constantă a producţiei spaniole de sîrmă. Principalii producători spanioli de sîrmă sînt următoarele societăţi : Nueva Montaña Quijana, Altos Hornos de Vizcaya, Altos Hornos de Cataluña, Forjas Alaveras, E. Arbegozo SA, SA Echevarria, Agma SA, V Luzuriaga, Marcial Ucin, Aceros de Llodia şi Industrias Siderurgicas del Guadalquivir.

Tabela 1

Anul	Importuri, t	Exporturi, t
1962	34 497	1 210
1963	12 030	213
1964	10 376	248
1965	35 231	124
1966	22 448	3 251
1967	11 978	28 617
1968	4 792	35 789
1969	16 904	2 223
1970	12 336	1 370
ianuarie—septembrie 1971	1 645	63 725

Producţia spaniolă de sîrmă a depăşit pentru prima oară 100 mii t, în 1961, cu 129 mii t (83 mii t în 1960). De atunci producţia a crescut constant (în 1 000 t) : 1962 : 145 ; 1963 : 149 ; 1964 : 149 ; 1965 : 431 ; 1966 : 400 ; 1967 : 403 ; 1968 : 494 ; 1969 : 614 şi 1970 : 710 (statistici provizorii).

Comerţul exterior spaniol de sîrmă cu următoarea evoluţie este redat în tabela 1.

(*L'Unité Nouvelle, Franţa, nr. 23 (1972), p. 103*)

Modelarea procesului de prăjire oxidantă a concentratului de molibdenit în strat fluidizat

Ing. I. Grigoriu şi ing. I. Balasanian
Institutul politehnic — Iaşi

CZ 622.34 :669.28 :622.782

Literatura consacrată prelucrării concentratelor de molibdenit este extrem de săracă. Abia în ultima vreme schemele tehnologice sînt descrise, însă sumar şi incomplet. Pe baza datelor existente schemele tehnologice se pot împărţi în trei grupe [1] :

— prăjirea oxidantă a concentratului în strat mobil sau fluidizat, cu obţinerea cenuşii în stare solidă ;

— prăjirea oxidantă a concentratului în strat în suspensie, cu obţinerea cenuşii în fază lichidă ;

— procedee bazate pe efectuarea simultană a oxidării bisulfurii şi legării trioxidului de molibden cu carbonat de sodiu.

Procedeele de prelucrare a concentratelor de molibdenit din prima grupă sînt cele mai utilizate.

Datorită complexităţii procesului de prăjire oxidantă, mecanismul acestuia nu este pe deplin clarificat, în literatură existînd date contradictorii. Deev şi Smirnov [2], lucrînd în condiţiile stratului fluidizat, au stabilit că procesul se desfăşoară în două domenii : pînă la 400°C procesul se desfăşoară în domeniul cinetic ; peste 400 °C procesul se desfăşoară într-un domeniu de transfer. A. W. Zelikman ş.a. [3], cercetînd cinetica prăjirii concentratelor de molibdenit în strat fluidizat, stabilesc că în intervalul 500 — 650°C procesul se desfăşoară în domeniul cinetic.

Într-o lucrare anterioară [1] s-a stabilit că în condiţiile stratului fix monogranular procesul se desfăşoară după două mecanisme : la grade de transformare mici determinant este transferul prin faza gazoasă, iar la grade de transformare mari determinant este transferul prin crusta de oxizi.

În prezenta lucrare se prezintă studiul macrocineticii procesului de prăjire oxidantă în condiţiile stratului fluidizat, datorită avantajelor pe care le prezintă folosirea reactoarelor în strat fluidizat. Pentru cercetarea macrocineticii procesului de prăjire oxidantă a concentratelor de molibdenit în strat fluidizat au fost necesare cercetări referitoare la hidrodinamica stratului fluidizat în condiţiile fluidizării concentratului de molibdenit în ţara noastră. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate într-o lucrare anterioară [4].

Metodica cercetării experimentale. Determinările experimentale au fost efectuate în instalaţia prezentată în figura 1.

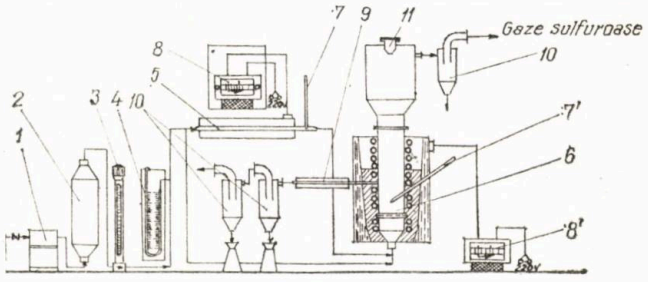


Fig. 1. Schema instalaţiei pentru prăjirea oxidantă a concentratului de molibdenit în strat fluidizat :

1 — compresor ; *2* — uscător ; *3* — rotametru ; *4* — manometru cu mercur ; *5* — preîncălzitor ; *6* — reactor în strat fluidizat ; *7* — termocuplu ;*8* — termoregulator ; *9* — răcitor ; *10* — ciclon ; *11* — dispozitiv de alimentare.

Aerul, cu presiune, furnizat de compresorul *1*, este trecut prin uscătorul cu silicagel *2*. Debitul său se măsoară cu rotametrul *3*. Aerul este preîncălzit în preîncălzitorul *5* şi introdus în dispozitivul de distribuţie al reactorului *6*. Alimentarea cu concentrat de molibdenit s-a făcut discontinuu prin intermediul unui alimentator conic *11*. Gazele de prăjire ies din reactor pe la partea superioară, trec prin ciclonul *10* pentru separarea prăjitului antrenat şi apoi sînt eliminate în atmosferă. Probele de prăjit au fost scoase din strat prin aspiraţie cu ajutorul unei pompe de vid. Gazele cu prăjit sînt răcite în răcitorul *9* pentru oprirea procesului de oxidare, iar prăjitul este separat cu ajutorul a două cicloane *10*.

S-a lucrat cu circa 100 g concentrat (32,66% Mo) astfel încît raportul Ho/D să fie apropiat de 1. Temperatura de preîncălzire a aerului a fost măsurată şi reglată cu ajutorul termoregulatorului *8* şi a termocuplului *7*. Pentru reglarea temperaturii în zona de ardere s-a prevăzut încălzirea reactorului cu o rezistenţă electrică şi măsurarea temperaturii cu ajutorul termocuplului *7'*, imersat în strat, şi a termoregulatorului *8'*. Reactorul are partea superioară evazată pentru a micşora cantitatea de material antrenat. Grătarul a fost confecţionat din trei site suprapuse. S-a lucrat cu un concentrat de granulaţie $0{,}1<Ø<0{,}2$ (aceasta fiind fracţia granulometrică preponderentă) la temperaturile de 450, 500, 550 şi 600°C. Probele de

prăjit s-au scos la 15, 30, 60, 90 şi 120 min prin ştuţul de aspiraţie *9*. Viteza de fluidizare a fost de 0,5 m/s, adică aproximativ de zece ori Wmf. Curbele cinetice obţinute sînt reprezentate în figura 2. Valorile mai mici ale gradului de transformare la temperatura de 600°C se explică prin trecerea MoO_3 în faza gazoasă.

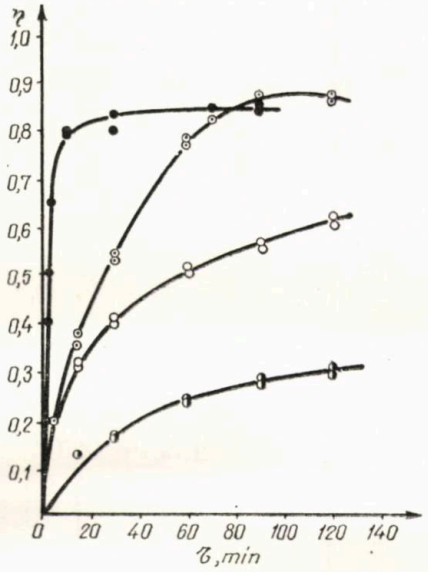


Fig. 2. Variaţia gradului de transformare a molibdenului în MoO_3 funcţie de timp, pentru temperaturile de:
◑ – $t = 450°C$; ○ – $t = 500°C$;
⊙ – $t = 550°C$; ● – $t = 600°C$.

Interpretarea rezultatelor experimentale. Pentru stabilirea mecanismului după care se desfăşoară procesul de prăjire oxidantă a concentratului de molibdenit în strat fluidizat, rezultatele experimentale au fost interpretate prin folosirea metodelor diferenţială şi integrală. În acest scop s-a făcut descrierea matematică a procesului, folosind bilanţul granulei [5], [6], [7]. Pentru fiecare model macrocinetic s-au stabilit ecuaţiile diferenţiale şi integrale ale modelului matematic [1] prezentate în tabela 1, unde:

η — este gradul de transformare a MoS_2 în MoO_3;

η^e — gradul de transformare a MoS_2 în MoO_3 la echilibru;

τ — timpul;

K^g_{tr} — coeficientul parţial de transfer al oxigenului prin fază gazoasă;

$C^g_{O_2}$ — concentraţia oxigenului în volumul fazei gazoase;

$C^0_{O_2}$ — concentraţia iniţială a oxigenului în faza gazoasă;

D_{O_2} — coeficientul de difuzie al oxigenului prin crusta de oxizi;

$n^0_{MoS_2}$ — numărul iniţial de moli de MoS_2;

K_r — constanta vitezei reacţiei superficiale;

R — raza iniţială a granulei de molibdenit;

$\rho^*_{MoS_2}$ — densitatea molară a concentratelor de molibdenit;

$$\rho^*_{MoS_2} = \frac{\overline{X}^0_{MoS_2} \cdot \rho_g}{M_{MoS_2}}$$

ρ_g — densitatea reală a granulei de molibdenit;

V_g — volumul gazelor de ardere;

$$\Delta C_{O_2} = C^g_{O_2} - C^e_{O_2};$$

$(-r_{MoS_2}) = -\frac{d\eta_{MoS_2}}{S d\tau}$ — viteza reacţiei superficiale sau a altui proces de transformare;

$\overline{X}^0_{MoS_2}$ — fracţia masică iniţială a molibdenitului în concentrate.

$$I_1\Big|_0^\eta = \left| \frac{2}{3\sqrt[3]{1-\eta^e}} \ln\left[\sqrt[3]{\frac{1-\eta}{1-\eta^e}} - 1\right] + \right.$$

$$+ \frac{1}{3\sqrt[3]{1-\eta^e}} \ln\left[\sqrt[3]{\left(\frac{1-\eta}{1-\eta^e}\right)^2} + \sqrt[3]{\frac{1-\eta}{1-\eta^e}} + 1\right] +$$

$$\left. + \frac{2}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg}\left[\frac{2}{\sqrt{3}}\sqrt[3]{\frac{1-\eta}{1-\eta^e}} + 1\right]\right|_0^\eta$$

$$I_2\Big|_0^\eta = \left| \frac{1}{\sqrt[3]{b}}\left[\frac{1}{6\sqrt[3]{c^2}} \ln \frac{(\sqrt[3]{b(1-\eta)} - \sqrt[3]{c})^2}{\sqrt[3]{b(1-\eta)^2} + \sqrt[3]{cb(1-\eta)} + \sqrt[3]{c^2}} - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt[3]{c^2}} \operatorname{tg}^2 \frac{\sqrt[3]{b(1-\eta)} + \sqrt[3]{c}}{\sqrt{3}\sqrt[3]{c}}\right]\right|_0^\eta$$

unde: $c = a - b$; $a = C^0_{O_2}$; $b = \frac{7}{2} \frac{n^0_{MoS_2}}{V_g}$

Verificarea valabilităţii acestor modele s-a făcut prin trasarea diagramelor corespunzătoare. Se verifică modelele *a* din tabela 1, întrucît lucrîndu-se în strat fluidizat, debitul de aer este mare, coeficientul excesului de aer de asemenea mare, încît concentraţia oxigenului în faza gazoasă este practic constantă.

În figurile 3, *a*, *b*, *c* sînt trasate diagramele corespunzătoare ecuaţiei integrale pentru mo-

Tabela 1

Modelul macrocinetic	Ecuația diferențială a modelului matematic	Ecuația integrală a modelului matematic
Transfer O_2 prin faza gazoasă a) $C^g_{O_2} = \left(C^g_{O_2}\right)_{mediu} = const.$ b) $C^g_{O_2} \neq const.$	$1/3\rho^*_{MoS_2} \cdot R \frac{d\eta}{d\tau} = \frac{2}{7} K^b_{tr} \left(C^g_{O_2}\right)_{mediu}$ $1/3\rho^*_{MoS_2} R \frac{d\eta}{C^\circ_{O_2} - \frac{7}{2}\frac{\eta^\circ_{MoS_2}}{V_g}\eta} = \frac{2}{7} K^g_{tr} \cdot d\tau$	$\tau = \frac{7}{6} \cdot \frac{\rho^*_{MoS_2} \cdot R}{K^g_{tr}\left(C^g_{O_2}\right)_m} \cdot \eta_{MoS_2}$ $\tau = -\frac{1}{3}\frac{V_g}{\eta^\circ_{MoS_2}} \cdot \frac{\rho^*_{MoS_2} R}{K^g_{tr}} \ln \times$ $\times \left(\frac{C^\circ_{O_2} - \frac{7}{2}\frac{n^*_{MoS_2}}{V_g}\eta}{C^\circ_{O_2}} \right)$
Transfer O_2 prin crusta de MoO_3 a) $\Delta C_{O_2} = const.$ b) $\Delta C_{O_2} = const.$	$\frac{7}{6}\rho^*_{MoS_2} R^2 \left[\frac{1}{(1-\eta)^{1/3}} - 1\right] d\eta = D_{O_2} \cdot \Delta C_{O_2} \cdot d\tau$ $\frac{1}{3} R^2 \left[1 - \frac{1}{(1-\eta)^{1/3}}\right] d\eta = -\frac{D_{O_2}\eta^*_{MoS_2}}{\eta^*_{MoS_2} V_g}(\eta^e - \eta) d\tau$	$1 - 3(1-\eta)^{2/3} + 2(1-\eta) = K\tau;$ $K = \frac{6}{7}\frac{D_{O_2} \cdot \Delta C_{O_2}}{R^2 \rho^*_{MoS_2}}$ $\tau = \frac{1}{3}\frac{R^2}{B}\left[\int_0^\eta \frac{d\eta}{(1-\eta)^{1/3}(\eta^e - \eta)} - \ln \frac{\eta^e - \eta}{\eta^e}\right];$ $\int_0^\eta \frac{d\eta}{(1-\eta)^{1/3}(\eta^e - \eta)} = I_1 \Big|_0^\eta;$ $B = \frac{D_{O_2}\eta^\circ_{MoS_2}}{\rho^*_{MoS_2} \cdot R}$
Reacție superficială sau alt proces de transformare a) $(-r_{MoS_2}) = const.$ b) $(-r_{MoS_2}) = K \cdot C^m_{O_2}$	$\frac{d\eta}{(1-\eta)^{2/3}} = 3\frac{-r_{(MoS_2)}}{\rho^*_{MoS_2} R} \cdot d\tau$ $\frac{\rho^*_{MoS_2} \cdot R}{3(1-\eta)^{2/3}} \frac{d\eta}{d\tau} = K_r \cdot C^m_{O_2}$	$1 - (1-\eta)^{1/3} = K \cdot \tau;\ K = \frac{(-r_{MoS_2})}{\rho^*_{MoS_2} R};$ $\tau = \frac{\rho^*_{MoS_2} \cdot R}{3 \cdot K_r} \int_0^2 \frac{d\eta}{(1-\eta)^{2/3}\left(C^\circ_{O_2} - \frac{7}{2}\frac{\eta^\circ_{MoS_2}}{V_9}\eta\right)^m};$ Ptr. : $m = 1$ $\int_0^\eta \frac{d\eta}{(1-\eta)^{2/3}\left(C^\circ_{O_2} - \frac{7}{2}\frac{\eta^\circ_{MoS_2}}{V_g}\eta\right)} = I_2 \Big|_0^\eta$

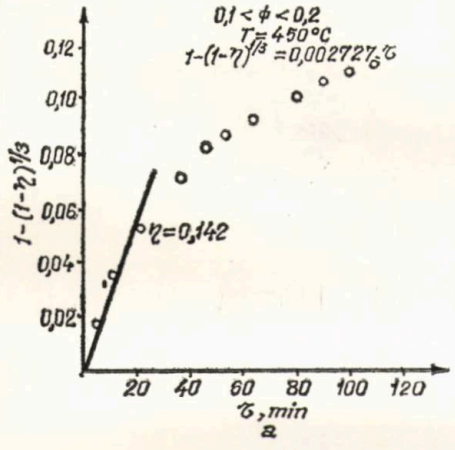
delul macrocinetic corespunzător cazului cînd determinanta de viteză este reacția chimică. Se constată că modelul macrocinetic este verificat pentru toate temperaturile la grade mici de transformare.

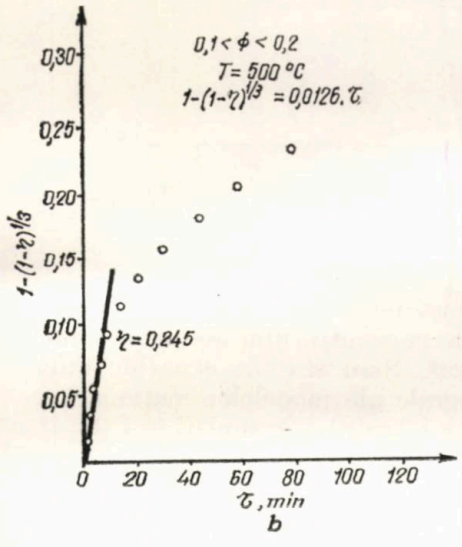
În figurile 4, *a*, *b* sînt trasate diagramele corespunzătoare ecuației diferențiale pentru modelul macrocinetic, reacție chimică determinantă. Verificarea valabilității modelului diferențial este discutabilă.

În figurile 5, *a*, *b*, *c* sînt trasate diagramele corespunzătoare ecuației integrale pentru modelul macrocinetic corespunzător cazului cînd determinant de viteză este transferul de oxigen prin crusta de oxizi. Se constată că modelul macrocinetic, transferul oxigenului prin crusta de oxizi, este verificat pentru toate temperaturile la grade de transformare mari.

În figurile 6, *a*, *b* sînt trasate diagramele corespunzătoare ecuației diferențiale pentru modelul macrocinetic — transferul oxigenului prin crusta de oxizi. Se constată că modelul diferențial este verificat pentru grade de transformare mari.

Cercetările efectuate arată că procesul de prăjire oxidantă a concentratelor de molibde-





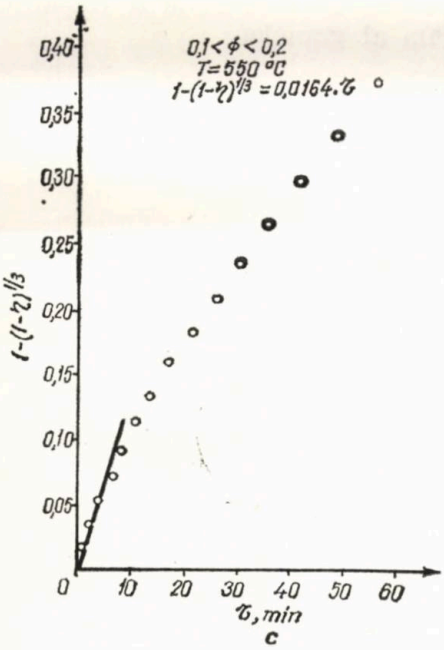
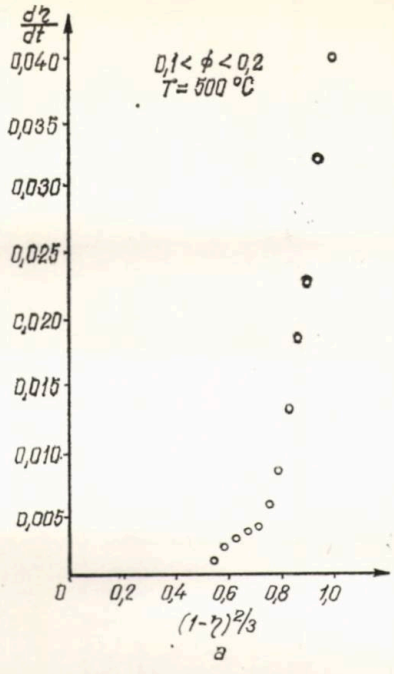


Fig. 3. Diagrama $[1 - (1 - \eta)^{1/3}] - \tau$ pentru temperaturile :
a – 450°C; b – 500°C; c – 550°C.



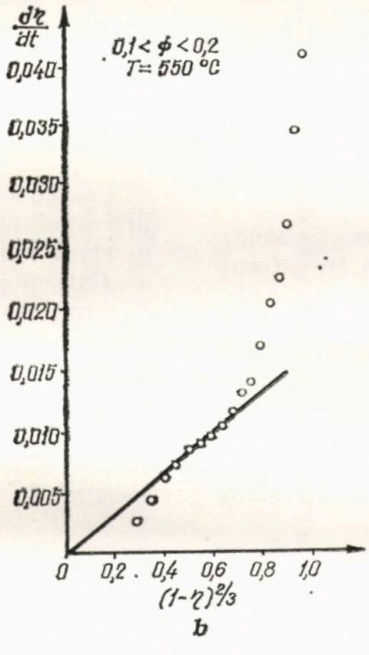
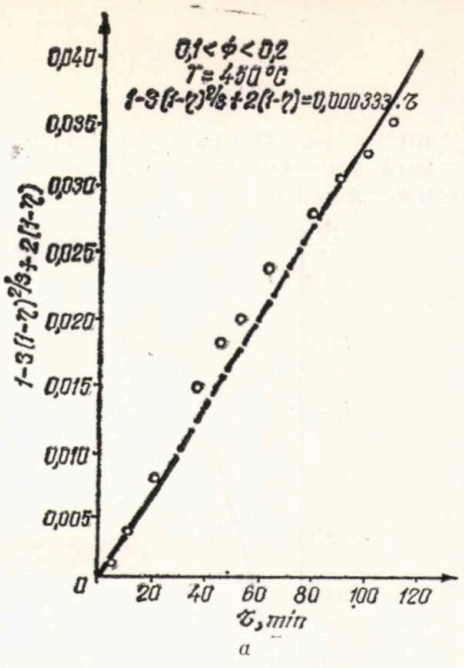
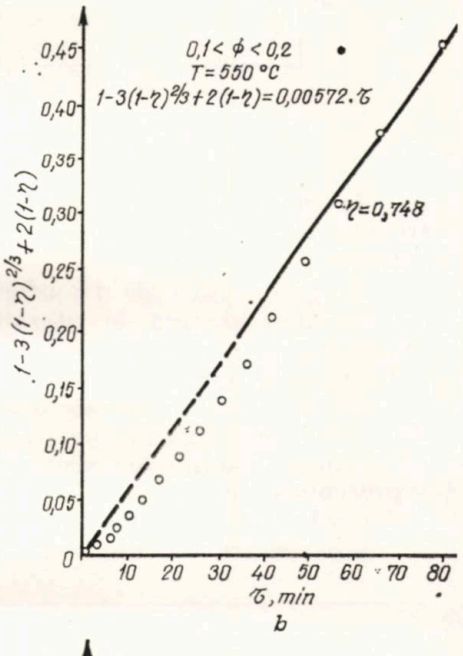


Fig. 4. Diagrama $\frac{d\eta}{d\tau} - (1 - \eta)^{2/3}$ pentru temperaturile :
a – 500°C; b – 550°C.





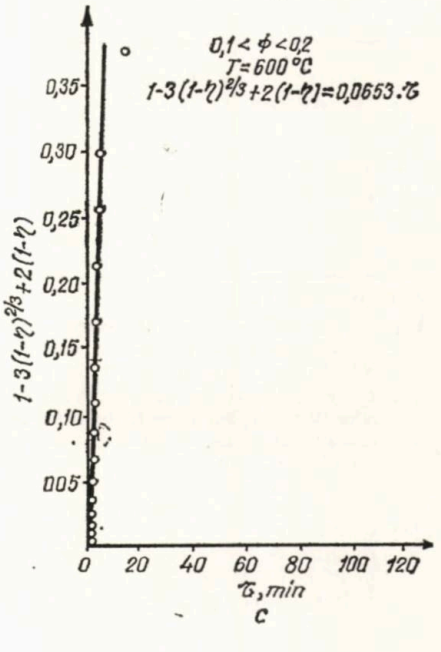


Fig. 5. Diagrama $[1 - 3(1 - \eta)^{2/3} + 2(1 - \eta)] - \tau$ pentru temperaturile :
a – 450°; b – 550°C; c – 600°C. ⟶

nit în strat fluidizat, în intervalul de temperatură 450—600°C, se desfășoară după modelele macrocinetice :

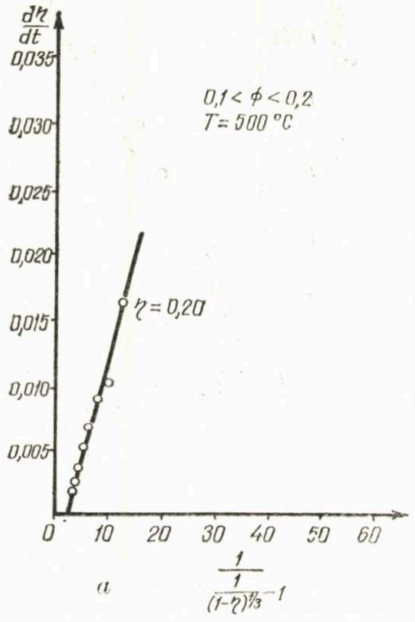


Fig. 6. Diagrama $\frac{d\eta}{d\tau} - \frac{1}{\frac{1}{(1-\eta)^{2/3}} - 1}$ pentru temperaturile : *a* — 500°C; *b* — 550°C.

— la grade mici de transformare ($\eta < 0{,}3$) treapta determinantă de viteză este reacția chimică ;

— la grade mari de transformare ($\eta > 0{,}3$) treapta determinantă de viteză este transferul oxigenului prin crusta de oxizi.

Pentru cele două modele macrocinetice s-au stabilit ecuațiile cinetice ale procesului folosind diagramele din figurile 3 și 5. Aceste ecuații, cît și timpul maxim de consum al granulei, sînt reprezentate în tabela 2.

Valorile timpului maxim de consum sînt necesare pentru calculul reactorului în strat fluidizat, folosind modelele elaborate de Levenspiel și Kunii [5], [8] sau elaborate de Yoshida și Wen [9].

Concluzii

S-a studiat macrocinetica procesului de prăjire oxidantă a concentratului de molibdenit în strat fluidizat. S-au stabilit ecuațiile diferențiale și integrale ale modelelor matematice, folosind metoda bilanțului granulei.

S-au stabilit modelele macrocinetice după care se desfășoară procesul de prăjire în strat fluidizat în condițiile cercetate.

Pentru condițiile de experimentare s-au stabilit ecuațiile cinetice ale procesului și timpul maxim de consum al granulei.

Tabela 2

Temperatura, °C		450	500	550	600
Modelul macrocinetic	Reacție superficială	$\eta < 0{,}2$ $1-(1-\eta)^{1/3} = 0{,}002727 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 3675 \cdot 10^2$, min	$\eta < 0{,}250$ $1-(1-\eta)^{1/3} = 0{,}0126 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 7{,}935 \cdot 10$, min	$\eta < 0{,}30$ $1-(1-\eta)^{1/3} = 0{,}0164 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 6{,}11 \cdot 10$, min	$\eta < 0{,}65$ $1-(1-\eta)^{1/3} = 0{,}0675 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 1{,}482 \cdot 10$, min
	Transfer O_2 prin crustă	$\eta > 0{,}20$ $1-3(1-\eta)^{2/3}+2(1-\eta) = 0{,}00033 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 3000$ min	$\eta > 0{,}250$ $1-3(1-\eta)^{2/3}+2(1-\eta) = 0{,}00177 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 566$ min	$\eta > 0{,}40$ $1-3(1-\eta)^{2/3}+2(1-\eta) = 0{,}00572 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 175$ min	$\eta > 0{,}65$ $1-3(1-\eta)^{2/3}+2(1-\eta) = 0{,}0653 \cdot \tau$ $\tau^\circ = 15{,}31$ min

BIBLIOGRAFIE

[1] Calistru C. ș.a. *Modelarea procesului de ardere a concentratelor de molibdenit.* Buletinul I. P. Iași, vol. XVII (XXI), fasc. 3 — 4, 1971, p. 61—69.

[2] Deev V. I. și Smirnov V. I. *Cinetica oxidării sulfurilor de reniu, molibden și indiu în strat fluidizat.* Țvetnaia metallurghia, nr. 3, 1961, p. 44—49.

[3] Zelikman A. N. și Voldman G. M. *Cinetica oxidării concentratelor de molibdenit granulate în strat fluidizat.* Țvetnaia metallurghia, nr. 4, 1968, p. 71—76.

[4] Calistru C. ș.a. *Studiul hidrodinamicii stratului fluidizat în condițiile fluidizării concentratului de molibdenit.* Buletinul I. P. Iași, vol. XVII (XXII), fasc. 1—2 chimie, 1972, p. 65—72.

[5] Levenspiel O. *Tehnica reacțiilor în ingineria chimică*, București, Editura tehnică, 1967 (trad. din limba engleză).

[6] Calistru C. și Grigoriu I. *Modelarea procesului chimic industrial de ardere a piritelor.* În materialele celui de-al XXXIX-lea Congres internațional de chimie industrială, București, vol. 3, 1970, p. 1017.

[7] Grigoriu I. și Ivășcanu Șt. *Contribuții la modelarea procesului de prăjire oxidantă a concentratelor de cupru.* Metalurgia nr. 9, 1971, p. 560.

[8] Kunii D. și Levenspiel O. *Fluidization Engineering.* John Wiley and Sons inc., New-York, 1969.

[9] Yoshida K. și Wen C. Y. *Reacții necatalitice solid-gaz în reactor cu strat fluidizat.* Chem. Eng. Science, vol. 25, 1970, p. 1395.

Determinarea rapidă a siliciului și a fosforului din fontă

Ing. Ecaterina Szöcs
Uzina de fier—Vlăhița

CZ 669-131.7:543

Determinarea siliciului și fosforului cu metodele gravimetrice și volumetrice cunoscute necesită mult timp și sînt relativ scumpe. Pentru controlarea procesului tehnologic este necesară determinarea rapidă a lor în vederea corectării unei șarje înainte de turnare sau chiar în melanjor. S-au căutat metode de determinare mai rapide și de precizie corespunzătoare, neavînd posibilitatea de introducere a analizei spectrale.

Determinările fotometrice sînt în general metode rapide și la unele elemente sînt atît de precise, încît se folosesc pentru analize de marcare. Determinarea fotometrică a siliciului și fosforului se bazează pe proprietatea lor de a forma heteropoliacizi cu molibdatul de amoniu. Heteropoliacizii se formează numai în mediu acid. Acidul silicomolibdenic $H_4Si\ (Mo_3O_{10})_4 \cdot x\ H_2O$ și fosfomolibdenic $H_3P(Mo_3O_{10})_4 \cdot xH_2O$ au culoare galbenă și stau la baza multor metode de determinare a siliciului și fosforului. Nu sînt destul de sensibile și se folosesc mai frecvent acele determinări care se bazează pe formarea albastrului fosfomolibdenic, prin reducerea acidului fosfomolibdenic și silicomolibdenic. Drept reductori se pot utiliza: clorură de staniu hidrochinon + sulfit de sodiu, metol, acid ascorbic, acid aminonaftosulfonic + bisulfit, sare Mohr etc.

Condiții optime de lucru. Albastrul silicomolibdenic și albastrul fosfomolibdenic diferă prin anumite proprietăți, ceea ce permite determinarea lor simultană din aceeași soluție. În soluție, în urma reducerii, se mai formează și albastru de molibden $Mo_4O_{11} \cdot xH_2O$.

Creerea condițiilor optime de lucru și împiedicarea formării albastrului de molibden au o deosebită importanță în această determinare.

Curent, în orice metodă de determinare a fosforului, se folosește dizolvarea oxidantă pentru a trece fosforul în acid ortofosforic. Conform [3] acidul ortofosforic, metafosforic, pirofosforic formează complecși cu molibdat de amoniu. Lucrarea [4] nu indică complexarea acidului fosforos ce ar putea rezulta la dizolvarea fontei cu molibdat de amoniu. Formarea albastrului fosfomolibdenic este stînjenită de prezența reducătorilor sau oxidanților [2]. Nu s-a folosit dizolvarea oxidantă cu acid azotic și permanganat de potasiu.

Rezultatul experiențelor arată că prin această metodă conținutul de fosfor se poate determina exact, adică oxidarea acizilor fosforoși este integrală. Întrucît acidul sulfuric folosit la dizolvare este diluat (1 : 20), nu poate avea un caracter oxidant, de tărie necesară. Oxidarea trebuie să aibă loc prin adăugarea nitritului de sodiu care, în mediu de acid sulfuric diluat, are caracter oxidant.

Prin fierbere excesul de nitrit de sodiu se poate îndepărta complet. Pentru dizolvare s-a folosit acid sulfuric, întrucît ionii de clor stînjenesc determinarea fosforului. Dintre reductori clorura stanoasă este atît de puternică, încît favorizează formarea albastrului de molibden; metalul, hidrochinona etc. sînt slabi. De aceea s-a utilizat drept reductor acidul ascorbic atît pentru determinarea siliciului, cît și pentru determinarea fosforului.

După datele din literatura [2] concentrația optimă a molibdatului de amoniu este între 1 și 2 $\cdot 10^{-2}$ mol/l. Pentru acidul ascorbic s-a obținut aceeași concentrație. Influența aciditații soluției asupra stabilității complecșilor formați permite determinarea simultană a fosforului și a siliciului. Figura 1 arată variația intensității albastrului silicomolibdenic în funcție de aciditatea soluției, iar în figura 2, variația extincției albastrului fosfomolibdenic cu aciditatea.

Determinarea siliciului se face la un *p*H mai mare, la o concentrație a acidului sulfuric între 1 și 2 *n*. La o aciditate de 2 *n* H_2SO_4/l, albastrul fosfomolibdenic se descompune complet și nu deranjează determinarea siliciului.

Formarea heteropoliacizilor siliciului și fosforului are loc în mod diferit; acidul silicomolibdenic se formează în mediu slab acid între 0,01 și 0,02 *n* H_2SO_4, pentru determinarea fosforului 0,7—0,9 n. Figurile 3 și 4 indică și faptul că formarea albastrului silicomolibdenic are loc instantaneu și este stabil în timp, chiar ore întregi, în timp ce albastrul fosfomolibdenic se formează după circa 15 min de la reducere. La o concentrație mică a acidului extincția soluțiilor este mare și variabilă datorită formării albastrului de molibden. În mediu mai puternic acid acesta nu se formează. La determinarea siliciului intervine și un alt factor — timpul de complexare. Formarea acidului silicomolibdenic necesită un anumit timp. Figurile 5 și 6 arată că timpul

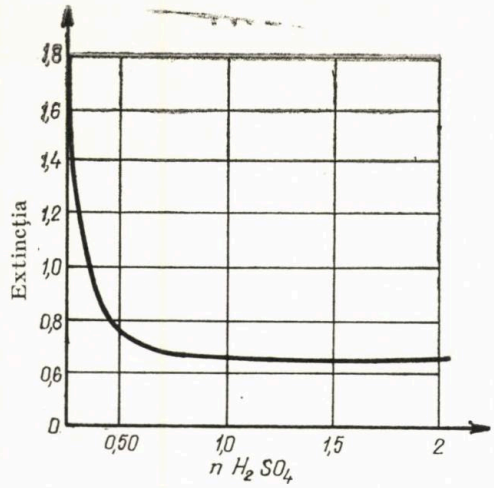


Fig. 1. Variația extincției albastrului silicomolibdenic, funcție de aciditate.

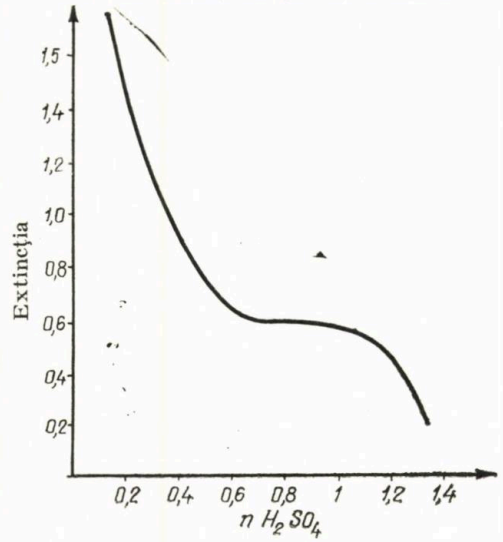


Fig. 2. Variația extincției albastrului fosfomolibdenic, funcție de aciditate.

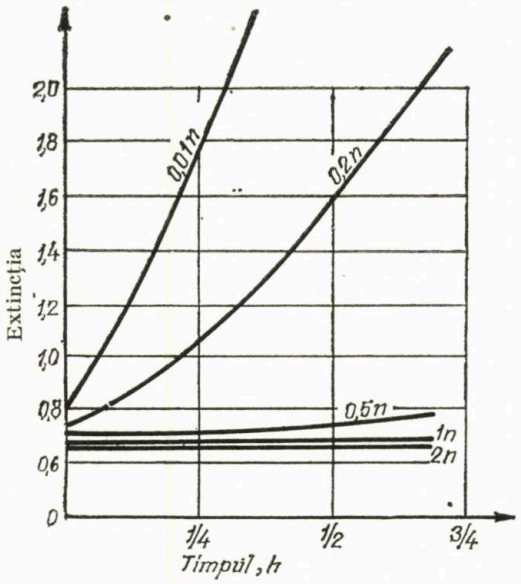


Fig. 3. Variația extincției albastrului silicomolibdenic în timp, funcție de aciditate.

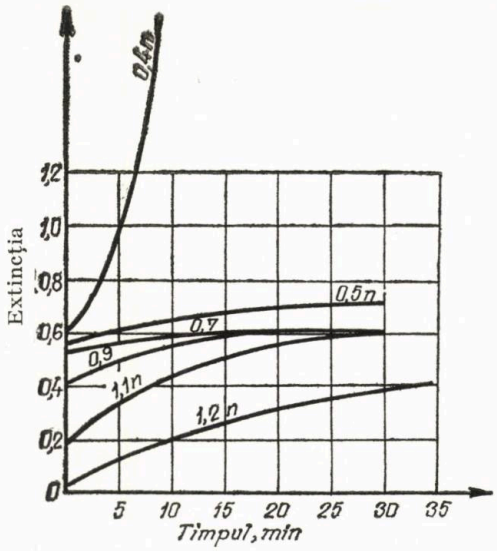


Fig. 4. Variația extincției albastrului fosfomolibdenic în timp, funcție de aciditate.

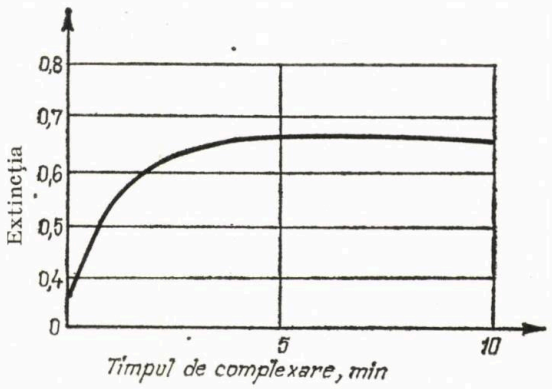


Fig. 5. Variația extincției albastrului silicomolibdenic funcție de timpul de complexare.

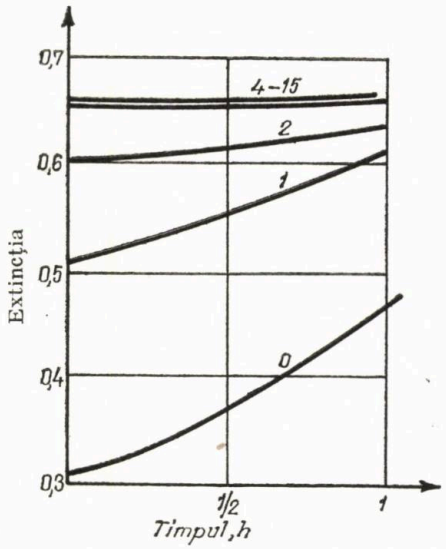


Fig. 6. Variația extincției albastrului silicomolibdenic în timp, funcție de timpul de complexare (0, 12, 3...15 timp de complexare).

necesar complexării este de minimum 4—5 min. La acest timp de complexare se obţine o extincţie maximă şi stabilă.

STAS 1461—69 menţionează că metoda este aplicabilă numai pentru conţinutul de siliciu sub 0,4% în fontă, însă la uzina Vlăhiţa se lucrează cu fontă cu un conţinut de siliciu peste 0,4%, atingîndu-se uneori 3—4%.

Scopul propus a fost determinarea rapidă a siliciului din toate mărcile de fontă fabricate de uzină.

Avîndu-se în vedere conţinutul mare de siliciu în fontă, pentru evitarea coagulării sub formă de gel a siliciului în timpul dizolvării pentru dezagregare s-a folosit un acid mai diluat (H_2SO_4 1 : 20). S-a mărit diluţia astfel ca să se încadreze în scara aparatului. La o asemenea diluţie nu este necesară filtrarea soluţiei de carbon grafitic, nici chiar la fonte cu circa 4% C. S-a experimentat domeniul optim de *p*H, astfel încît să nu fie necesară folosirea acidului oxalic, scurtîndu-se şi ieftinindu-se metoda de analiză.

Reactivi necesari. Acid sulfuric 1 : 20 şi 20% (q = 1,22); acid ascorbic, soluţie 2%; molibdat de amoniu, soluţie 5%; azotit de sodiu, soluţie 5%; probe etalon de siliciu şi fosfor.

Modul de lucru. 0,5 g aşchii de fontă sau oţel se cîntăresc cu o precizie de 0,0002 g, se introduc cantitativ într-un pahar de 150 cm³, se adaugă 30 ml acid sulfuric 1 : 20 şi se încălzeşte pe o baie de nisip pînă la dizolvarea completă. Se diluează la circa 50 cm³ cu apă distilată, se încălzeşte la fierbere şi se adaugă 1—2 picături de azotit de sodiu. Se fierbe circa 5 min pentru îndepărtarea vaporilor nitroşi, se răceşte, se trece cantitativ într-un balon de 200 cm³ şi se aduce la semn cu apă.

Determinarea siliciului. Se pipetează din soluţie 5 cm³ într-un balon de 200 cm³. La soluţia pipetată se adaugă 50 cm³ apă şi 10 cm³ molibdat de amoniu. Se aşteaptă circa 5 min pentru complexare, apoi se adaugă 20 cm³ acid sulfuric, 20% şi 5 cm³ acid ascorbic. Se agită după fiecare adăugare. Se completează pînă la semn şi se fotometrează după circa 5 min, folosindu-se cuve de 1 cm, filtru roşu.

Determinarea fosforului. Se pipetează din soluţia iniţială 25 cm³, se trece într-un balon de 50 cm³, se adaugă 5 cm³ acid sulfuric 20%, 5 cm³ molibdat de amoniu şi 5 cm³ acid ascorbic. Se completează şi se fotometrează după 15 min, la filtru roşu, folosindu-se cuve de 3 cm. Pentru trasarea curbei de etalonare la siliciu s-au folosit probele cu conţinut de siliciu şi extincţiile corespunzătoare (tabela 1). Pentru trasarea curbei de etalonare la fosfor s-au folosit datele din tabela 2.

Tabela 1

Si %	Extincţia
0,23	0,110
0,34	0,140
1,45	0,48
2,20	0,71
3,33	1,06

Tabela 2

P. %	Extincţia
0,016	0,160
0,055	0,41
0,140	0,54
0,170	0,64

La determinarea siliciului se obţin rezultate precise; eroarea se încadrează în limitele de erori prescrise de standardele în vigoare pentru metodele gravimetrice. Această metodă se poate folosi la analize de marcare.

La determinarea fosforului trebuie pus un accent mare pe respectarea regimului optim de *p*H. De aceea este necesară folosirea unei soluţii de acid sulfuric de densitate bine stabilită. Rezultatele obţinute la determinarea fosforului nu sînt atît de precise ca la siliciu, această metodă putîndu-se aplica numai la analize rapide nu şi la analize de marcare.

Metoda descrisă se aplică la Uzina de fier Vlăhiţa începînd din luna mai 1971, cu rezultate bune, la determinarea rapidă a compoziţiei fontei de la furnale.

Rezultatele comparative ale cîtorva analize sînt trecute în tabela 3.

Tabela 3

Denumirea	Siliciu		Fosfor	
	gravimetric	colorimetric	gravimetric	colorimetric
Proba 13	2,09	2,07	0,146	0,138
Proba 14	2,12	2,07	0,122	0,132
Proba 15	2,14	2,15	0,158	0,165
Proba 16	2,05	2,06	0,164	0,168

Determinarea fotocolorimetrică simultană a siliciului şi a fosforului este mult mai ieftină. Determinările vechi costau 0,30 + 2,50 = = 2,80 lei, iar cea nouă, 0,60 lei total. În plus, rapiditatea analizei permite executarea mai multor probe. Astfel, cu metoda veche la determinarea a 20 probe de siliciu şi 20 probe de fosfor lucrau doi laboranţi 8 h; prin metoda fotocolorimetrică un singur laborant de calificare corespunzătoare poate să execute aceste analize în 8 h. De aici reies şi mai pregnant avantajele introducerii acestei metode.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * STAS 1461 — 69.

[2] * * * *Otvözetlen acelok foszfor és sziliciumtartalmanak egy bemérésből történő üzemi fotometrias meghatározása.* Kohászati lapok 93 évf. 8 szám, Budapesta, 1960.

[3] Ripan R., Popper E. şi Liteanu C. *Chimie analitică calitativă.* Bucureşti, Editura de stat didactică şi pedagogică, 1961, p. 253.

[4] Grinberg A. A. *Introducere în chimia combinaţiilor complexe.* Bucureşti, Editura tehnică, 1957, p. 448.

Influența parametrilor constructivi și a condițiilor de exploatare asupra comportării utilajului de turnare

Ing. N. Vacniuc
Combinatul siderurgic—Reșița

CZ 621.74 :658.2

În condițiile unor uzine care au capacitatea laminoarelor mult mai mică decît cea a oțelăriei se toarnă o cantitate apreciabilă și pentru alți beneficiari. Acest contest duce la diversificarea formatelor utilajului de turnare, specific pentru acești beneficiari, ceea ce creează mari perturbații în pregătirea și exploatarea utilajului, cu consecințe grave asupra calității și prețului de cost al oțelului elaborat. Astfel s-a ajuns la turnarea în 13 poziții de lingotiere — cel mai mare număr din țară — cinci poziții de poduri, șase poziții de maselotiere și patru poziții de pîlnii de turnare.

În prețul de cost al lingoului utilajul de turnare are o pondere de circa 3,5%, iar calitatea lingourilor de oțel ce se obține depinde de el într-o proporție de circa 40%. Utilajul de turnare folosit în studiu este produs din fontă cu grafit lamelar.

În cele ce urmează se va analiza comportarea utilajului de turnare în condițiile unei oțelării Martin.

Comportarea utilajului în exploatare este determinată de : parametrii constructivi, condițiile de exploatare și factorii tehnologici.

Condițiile de exploatare au ponderea de circa 50% din totalul factorilor ce condiționează durabilitatea utilajului de turnare. Aceste condiții sînt reclamate de desfășurarea normală a procesului tehnologic și sînt determinate de : durata de menținere a oțelului în lingotieră ; forma și mărimea lingoului ; frecvența turnărilor ; temperatura oțelului la turnare ; modul de turnare ; temperatura utilajului la primele turnări ; striparea obligatorie ; detensionarea naturală sau în cuptor de recoacere pe bază de diagramă ; recondiționarea utilajului etc.

Durata de menținere a oțelului în lingotiere și frecvența turnărilor sînt determinate de : capacitatea de stripare, numărul trenurilor de turnare, calitatea oțelului și mărimea lingoului.

Capacitatea de stripare este redusă, actualul stripăr avînd un grad avansat de uzură, care duce la prelungirea menținerii oțelului în lingotieră. Tot la aceasta mai contribuie și desele suprapuneri ale garniturilor — ce au același timp de stripare — dîndu-se prioritate oțelului a cărui format sau calitate sînt mai exigente tehnologic. În această situație, circa 30% din oțelul elaborat se dezbate în halele de pregătire, dezbaterea fiind anevoioasă și ducînd la distrugerea prematură a utilajului de turnare.

La lingotierele formatului de tablă : *LT* 25 ; *LT* 35 ; *LT* 40 ; *LT* 50, precum și la formatul de traverse *LN* 30 și *LN* 70, formate în care se toarnă oțel necalmat, striparea are loc la 40—60 de min de la terminarea turnării ; trenurile de turnare fiind pregătite în continuare, frecvența turnărilor revenind la 2,8 turnări se poate obține și o durabilitate medie exprimată prin relația empirică :

$$Dn = \frac{5\,000}{T} + 20$$

unde :

Dn este durabilitatea medie, exprimată în numărul de turnări ;

T — timpul de menținere a lingoului în lingotieră.

Durabilitatea calculată după această relație empirică, la formatele de mai sus, este apropiată de cea obținută practic în anul 1971 (tabela 1).

La lingotierele pentru turnarea oțelului calmat : *LB* 2,1 ; *LB* 2,8 ; *Lc* 3,05 ; *Lc* 6,4 ; *Lc* 7,4 ; *Lc* 15 timpul de menținere a oțelului în lingotieră este în funcție de calitatea sortimentului elaborat, cuprins între 150 și 200 min, ceea ce duce la o frecvență a turnărilor de 1,5 turnări/zi, relația durabilității medii *Dn* neconcordînd cu durabilitatea realizată practic.

Menținerea constantă a frecvenței turnărilor are o importanță deosebită la stabilirea temperaturii optime a lingotierelor înainte de turnare, care trebuie să fie de cel puțin 60°C. Dacă se

Tabela 1

Formatul	*LB* 2,1	*LB* 2,8	*LN* 30	*Lc* 3,05	*LT* 25	*LT* 35	*LT* 40	*LT* 50	*Lc* 6,4	*LN* 70	*Lc* 7,4	*Lc* 15
Numărul mediu de turnări	78	70	109	62	117	125	144	140	65	93	49	35

introduc la turnare lingotiere cu temperatura mai scăzută, sînt favorizate crăpările lor de obicei longitudinal. De asemenea aceste crăpături apar în special după primele turnări, atunci cînt lingotiera introdusă în exploatare nu este încălzită în prealabil la temperatura de 150—200°C, deci încălzirea prealabilă introducerii la turnare a lingotierelor este hotărîtoare asupra durabilităţii.

Detensionarea naturală — la analiza a peste 400 de bucăţi lingotiere din toate poziţiile — este un factor care nu poate fi pus în evidenţă la creşterea durabilităţii, întrucît cu lingotiere noi — în mai mult de 40% — s-au obţinut durabilităţi egale. Temperatura oţelului la turnare direct sau prin sifon contribuie la mărirea sau micşorarea durabilităţii utilajului de turnare, temperatura optimă fiind cuprinsă între 1 420 şi 1 440°C. În cazul turnării directe apar erodări pe feţele interioare ale lingotierelor, ca urmare a centrării defectuoase a jetului de oţel, ceea ce duce la blocarea lingoului în lingotieră şi, în final, la scoaterea acesteia din exploatare.

Factorii tehnologici. Fonta utilizată la producerea utilajului de turnare este o fontă produsă în cubilou, cu grafit lamelar, şi are următorul conţinut mediu al elementelor : 3,7% C; 0,8% Mn; 1,75% Si; 0,170% P; 0,07% S. Aceste elemente sînt suficient de grafitizante, ele reducînd pericolul de crăpare a lingotierei în exploatare. Fonta este produsă din circa 50% fontă cenuşie şi 50% spărturi de lingotiere la o temperatură pe jgheab de 1 350°C, turnarea lingotierelor fiind cuprinsă între 110 şi 135 s. În timpul folosirii lor lingotierele sînt supuse — aşa cum s-a mai arătat — următoarelor solicitări : încălzirii la temperaturi ridicate (cca. 850°C); variaţiei mari de temperaturi (din cauza încălzirilor şi răcirilor alternative); acţiunii erozive a jetului de oţel şi acţiunii oxidante în prezenţa gazelor; eforturilor mecanice mari (de cele nai multe ori la temperaturi ridicate). În acest fel materialul din care este construit utilajul de turnare trebuie să aibă proprietăţi termice şi mecanice care să conducă la durabilităţi cît mai mari.

Valori corespunzătoare ale conductibilităţii termice, rezistenţei la tracţiune şi alungire se obţin printr-o compoziţie chimică, structură şi proces tehnologic de fabricaţie a utilajului cît mai corespunzătoare. De o importanţă mare este relaţia dintre proprietăţile de rezistenţă şi temperatura de solicitare a materialului din care este fabricat utilajul. Valorile obţinute din tabela 2 sînt determinate prin încercări de întindere la cald (valorile concordă cu cele din literatură).

Tabela 2

Temperatura, °C	Mediul ambiant	400	600	800
Rezistenţa la întindere, kgf/mm²	10,8	9,6	7,1	2,5

Pentru a vedea cum variază rezistenţa la întindere pe grosimea lingotierei s-a determinat aceasta pe trei zone (tabela 3) dintr-o lingotieră erodată, datorită fisurării din cauza arderii. Se observă o variaţie destul de evidentă a rezistenţei de întindere pe zone, datorită influenţei solicitării termice asupra calităţii materialului de lingotieră (tabela 3).

Tabela 3

Zona	Exterioară	Mijlocie	Inferioară
Rezistenţa la întindere, kgf/mm²	10,7	8,8	7,9

Conţinutul de carbon mai ridicat are un efect favorabil asupra creşterii durabilităţii; celelalte elemente sînt într-o măsură mică semnificative.

Parametrii constructivi. Proiectarea lingotierelor vechi a fost realizată după date practice din exploatare. În general, lingotierele de tablă sînt caracterizate printr-o masă mare, provenită dintr-o grosime a pereţilor lingotierei — uneori nejustificat — nervuri şi îngroşări.

În ultimii ani circa 90% din utilajul de turnare a fost reproiectat conform condiţiilor de exploatare. La baza principiului reproiectării au stat următoarele : gabaritul interior al cuptoarelor de încălzire de la laminoare, înălţimea şi cursa stripărului relativ mici, puterea cajelor degrosisoare, lungimea lingoului, care a fost limitată şi din cauza susceptibilităţii crăpăturilor la cald. Diametrul mediu echivalent D este limitat de puterea cajelor degrosisoare, iar creşterea lui, conjugat cu scăderea raportului $\frac{H}{D}$, duce la micşorarea productivităţii laminorului. Valoarea raportului $\frac{H}{D}$ variază în limite mari şi este mai puţin corelată cu greutatea lingoului.

Tabela 4

Tipul lingotierei	Parametrii				
	$\frac{G}{g}$	$\frac{H}{D}$	a, mm	b, mm	c, %
LB 2,1	1,30	4	120	120	2,60
LB 2,8	1,62	4,52	120	120	2,50
Lc 3,05	1,30	3,28	110	110	4,35
LT 25	2,11	4,85	120	120	2,95
LT 35	2,10	4,85	120	120	3,84
LT 40	2,05	4,23	150	160	3,29
LT 50	1,95	5,47	150	160	3,20
LN 30	1,30	4,57	90	95	3,49
Lc 6,4	1,20	2,70	140	140	5,71
LN 70	1,45	3,65	170	130	3,40
Lc 7,4	0,95	2,75	145	145	3,60
Lc 15	1,25	2,15	225	255	4,80

S-au folosit notaţiile :

H pentru înălţimea lingoului, mm ;
D — latura medie a lingoului, mm ;
a — grosimea peretelui lingotierei sus, mm ;
b — grosimea peretelui lingotierei jos, mm ;
c — conicitatea lingotierei, % ;
G — masa lingotierei, t ;
g — masa lingoului, t.

Lungimea lingotierei L este determinată în funcţie de calitatea oţelului ce se toarnă, calmat sau necalmat.

Astfel :

$L = H + (150-200$ mm) în cazul oţelului necalmat.

$L = H$ în cazul oţelului calmat.

Alegerea conicităţii s-a realizat astfel încît să permită o stripare mai uşoară şi să asigure un lingou bun fără retasură.

Conicitatea este recomandabil a fi cuprinsă :

$C\% = (0{,}9-1{,}1)\frac{H}{D}$, la formatele invers conice ;

$C\% = (1-1{,}3)\frac{H}{D}$, la formatele direct conice.

La formatele studiate după cum se observă în tabela 4 această conicitate este respectată doar parţial. Razele de curbură S ale colţurilor lingotierelor s-au realizat în funcţie de susceptibilitatea la crăpare a lingourilor pe muchie, proporţional cu diametrul mediu echivalent. Pentru lingotierele studiate :

$S = (0{,}20-0{,}22)\ D$ lingotierele direct conice ;
$S = (0{,}22-0{,}25)\ D$ lingotierele invers conice.

Din punct de vedere al solicitărilor termice, precum şi cel al locului apariţiei crăpăturilor, părţile cele mai vulnerabile ale lingotierelor sînt : piciorul pentru cele direct conice şi capul pentru cele invers conice. Pentru acest motiv s-au îngroşat pereţii la unele lingotiere după relaţia : $b = 1{,}08\ a$.

Principalele cauze pentru scoaterea din uz a utilajului de turnare sînt crăpăturile longitudinale şi transversale (tabela 5).

Tabela 5

Defect	Crăpături longitudinale	Crăpături transversale	Erodări	Reţea de arsuri
%	50,8	10,4	29,6	9,2

Aceste crăpături sînt evidente la formatul *Lc* 7,4 unde circa 90 % din scoaterile din uz sînt determinate de crăparea longitudinală a capului lingotierei în jurul armăturii. De asemenea se pare că armăturile sînt mari concentrări de tensiuni, întrucît în jurul lor se propagă crăpăturile şi la formatul de 15 t unde peste 90 % din lingotiere sînt scoase din uz ca urmare a crăpării lor transversale. Din această cauză au fost solicitate lingotiere fără armătură din oţel. Lingotiera *Lc* 7,4 este sub dimensionată şi are şi durabilitatea cea mai mică.

Lingotierele a căror erodări depăşesc 5—6 mm sînt reparate prin sudură. Consumul de utilaj de turnare este sub 19 kg/t şi poate fi comparat cu cele mai bune consumuri realizate de oţelăriile din străinătate.

Se poate trage concluzia că utilajul de turnare are durata de exploatare mai mare dacă sînt respectate în principal următoarele : parametrii constructivi vor fi astfel aleşi, încît să corespundă condiţiilor concrete din oţelărie ; subdimensionarea utilajului duce la durabilităţi scăzute (*Lc* 7,4) ; armăturile din oţel în corpul lingotierei sînt propagatori de tensiuni şi crăpături (*Lc* 7,5 şi *Lc* 15) ; durata de menţinere a oţelului în lingotiere şi frecvenţa turnărilor ; temperatura lingotierelor înainte de turnare de minimum 60°C ; compoziţia chimică a lingotierelor ; recondiţionarea utilajului ce prezintă erodări.

BIBLIOGRAFIE

[1] Gozbov. *Mărirea durabilităţii utilajelor de turnare prin reparaţii.* Caiet selectiv, nr. 1, 1962.

[2] Iresebskii şi Panici. *Metode raţionale de calcul al lingourilor şi lingotierelor.*

[3] * * * Stahl und Eisen, nr. 16, august, 1965.

Ing. Gh. Ilin
Ministerul Aprovizionării Tehnico-Materiale

Aprecieri asupra posibilităților de economisire a oțelului

CZ 669.14.004.86

În sistemul actual de organizare a industriei pe cele trei formații — întreprindere, centrală, minister — rolul hotărîtor în gospodărirea judicioasă a oțelului trebuie să-l aibă ministerele, prin institutele de cercetări, proiectări și compartimentul tehnic-dezvoltare, asigurînd, pe de o parte, produse de calitate corespunzătoare iar, pe de altă parte, folosirea lor rațională, începînd cu prevederea în proiectele întocmite de institutele subordonate și cu răspîndirea documentației la îndemîna beneficiarilor.

Datorită lipsei de coordonare a factorilor menționați în R.S. România se consumă, numai în domeniul construcțiilor metalice, cu cel puțin 5—6 % mai mult metal decît este strict necesar, prin menținerea produselor cu caracteristici inferioare și anume peste 60% cu $R_c = 37$ kgf/mm² față de circa 35% cît este pe plan mondial; într-o serie de ramuri se practică tehnologii depășite, iar în producție se mai înregistrează risipă și pierderi. În general ciclul de înnoire a producției pe baza asimilării, reproiectării, modernizării și perfecționării produselor și tehnologiilor este încă prea lung, iar cercetarea și proiectarea proprie participă în măsură prea mică la acest proces.

Ca urmare a acestor stări de lucruri ponderea cheltuielilor materiale în produsul social total este ridicată și depășește prevederile din planul cincinal. Pentru remedierea acestei situații conducerea superioară a inițiat organizarea unei vaste acțiuni de identificare și valorificare a resurselor existente în industrie, construcții, transporturi și agricultură, unde se intensifică micșorarea normelor de consum de materii prime , materiale, combustibili și energie. Se au în vedere următoarele aspecte:

— asimilarea de materiale și produse noi (îmbunătățirea structurii producției), reproiectarea și modernizarea produselor existente, influența activității de cercetare, proiectare și pregătire a fabricației asupra evoluției consumurilor specifice, toate comparativ cu cele din alte țări;

— reorganizarea producției și aprovizionării, normarea și pregătirea cadrelor, influența modului de întreținere și reparații, extinderea introducerii de înlocuitori, prevederea de materiale de calitate superioară—utilizarea resurselor secundare și a deșeurilor, utilizarea și livrarea laminatelor la lungimi fixe și toleranțe negative, precum și de profile și țevi cu pereți subțiri, sîrmă trasă și tratată etc.

Ca măsuri preconizate pot fi menționate următoarele:

— revizuirea normativelor de dimensionare a construcțiilor metalice;

— revizuirea prețului la oțelurile de construcții și asigurarea livrării de către industria siderurgică a laminatelor cu proprietăți diferențiate garantate;

— introducerea unui sistem de normare a modului de valorificare în proiectare a proprietăților oțelurilor.

În perspectivă, printr-o intensă acțiune, ținînd seamă de lipsa de resurse interne, se va putea ajunge la următoarea structură a consumului intern :

0137—0144—45%; 0152—35 %; peste 0152 - 20 %, ceea ce micșorează consumul anual de laminate, tablă, profile și armătura de betoane cu circa 170 000 t.

În ceea ce privsște tabla groasă, cu toate că au fost asimilate numeroase mărci de oțel slab aliat utilizat în construcții metalice în proporție sporită pe plan mondial*, totuși în R. S. România mai sînt beneficiari care solicită din import tablă groasă din diferite mărci de oțel aliat (peste 6 000 t/an). Este necesar să fie analizată specificația de import pentru această tablă și să fie integral programată la asimilare (cu cercetare sau direct în producție); cea din oțel inoxidabil trebuie să fie împinsă, pînă după terminarea investițiilor prevăzute pentru anul 1975, la C.S.G., conform tehnologiei stabilite de ICEM.

În afară de problemele legate de economisirea tablei la beneficiar trebuie avute în vedere și cele care privesc resursele, respectiv mărirea fondului de oțel prin micșorarea pierderilor în procesul de fabricație. Din acest punct de vedere analiza pe faze, de ex. de la C.S. Galați, arată rezerve apreciabile pe tot fluxul, începînd cu oțelăria și parcurgînd celelalte secții: slebing, tablă groasă sau bandă la cald și bandă la rece. Astfel, la oțelăria L D scoaterea de oțel mai poate fi ameliorată prin îmbunătățirea regimului zgurei, respectiv a calității varului, urmărirea compoziției (conținutul de FeO, bazi-

* După Mannesmann, Rheinstahl, DIN, Registre maritime, GOST, AFNOR etc.

citatea, capacitatea de desfosforare și desulfurare), precum și prin reducerea pierderilor recuperabile sub formă de lingouri incomplet turnate și de rebuturi care apar la slebing, utilizînd, în acest scop, lingotiere cu profil îmbunătățit, respectiv prafuri și plăci termoizolatoare de înaltă calitate și eventual termogene la oțelurile calmate (slab aliate și aliate).

De asemenea, se impune recuperarea fierului conținut în șlamul rezultat de la epurarea gazelor de convertizor, care se ridică anual la cel puțin 25 000 t și care, împreună cu cel captat de la furnale, trebuie să reintre în circuit la aglomerare.

În continuare, la secția slebing atenție mai mare trebuie acordată sectorului de întreținere pentru evitarea opririlor în funcționarea agregatelor, opriri însoțite de durate lungi de încălzire urmate de creșterea arderilor respectiv a cantității de arsură, precum și tehnologiei de laminare (de ex. laminarea cu presiuni scăzute, ceea ce duce la nesudare, respectiv la rebuturi prin stratificări). De asemenea, imperfecțiuni în programare duc la sleburi scurte sau sleburi cu capete insuficient șutate (deci cu retasură) care se înlătură sub formă de tablă groasă rebutată în contul secției slebing.

La laminorul de tablă groasă pierderile cele mai mari apar la ajustare—margini tăiate, material mult pentru probe, capete, abateri dimensionale cu rezultate necorespunzătoare la încercările de laborator, defecte de suprafață ș.a. Toate acestea, pe lîngă contribuția la majorarea consumului de oțel, determină și apariția categoriei de tablă denumită colaterală, stabilizată la circa 6% din producția totală.

La laminorul de benzi la cald (LBC) pe lîngă un grad important de ardere datorat prelungirii duratei de încălzire în urma opririlor (din cauza lipsei de sleburi sau a deranjamentelor la utilaje și a nesincronizării vitezelor între grupa de caje finisoare și rulor) mai apar stricăciuni ale spirelor finale (provocate de manipulări necorespunzătoare), precum și diferențe constante la grosime, fenomen ce se transmite și la laminorul de benzi la rece (LBR), determinînd rebutarea unor cantități importante de oțel.

La LBR în afară de cele menționate mai sus se îndepărtează cantități însemnate de material de grosime necorespunzătoare la introducerea în laminorul de dresare, care se rebutează. La acestea se adaugă căderile din ajustaj (ca margini îndepărtate, porțiuni de table cu defecte înlăturate etc.). Pentru evitarea acestor lipsuri trebuie mobilizate toate forțele din secțiile productive și din serviciile de concepție, introducîndu-se procese tehnologice perfecționate și instaurîndu-se disciplină riguroasă în producție.

Revenind la problema îmbunătățirii structurii prin introducere de sortimente cu calități superioare și la valorificarea eficientă a oțelului se constată o îmbunătățire a colaborării producătorului cu beneficiarii, în sensul unei mai bune receptivități din partea producătorului, care acceptă cu mai multă înțelegere asimilarea directă în producție sau prin plan tehnic a unor sortimente noi cerute de anumiți beneficiari. Așa a fost cazul tablei pentru longeroanele camioanelor fabricate de uzina „Steagul roșu" (oțel ML45 și L42), tablei din oțel tip CORTEN pentru vagoane, stîlpilor de rețele pentru transportul energiei electrice, sortimentelor de tablă după prescripțiile registrelor maritime ș.a.

De asemenea, la M.I.M. au fost întocmite noi instrucțiuni pentru asimilarea în fabricație, acceptarea din partea beneficiarului pînă la culegerea de date suficiente și apoi omologarea produselor noi, ceea ce ușurează și impulsionează înnoirea producției în unitățile productive subordonate. Astfel, pe această cale — a planului tehnic, secțiunea produse noi — sînt în curs de asimilare oțelurile pentru autoturismul Dacia 1300, inclusiv tabla de ambutisare pentru caroserii, ca și cea pentru autocamioanele Carpați, Bucegi și MAN, țevile și tabla de cazane de mare capacitate (1035 t abur/h) pentru turboagregate (1330 kW) ș.a.

Este important ca în continuare să fie menținute ambele căi de colaborare între cei doi factori, completate cu urmărirea de către producător a comportării produselor în exploatare pentru a se putea interveni din timp cu ameliorări în vederea măririi fiabilității produselor.

În același timp se va acționa în sensul asigurării tuturor sortimentelor cerute de economie din producția internă, respectiv pentru sporirea continuă a resurselor de aprovizionare cu oțelul necesar producției de mijloace de producție și de bunuri de consum cu performanțe din ce în ce mai mari. Acest lucru se realizează, în general, în ramura siderurgică, prin unități noi care se construiesc în uzinele existente sau chiar în uzine noi, așa cum sînt, de exemplu, sectoarele de tablă zincată și tablă cositorită de la C.S.G., secția de plase sudate de la U.S.P.S. — Buzău sau uzinele de oțeluri aliate și de tablă din oțeluri înalt aliate, în construcție la Tîrgoviște. În afară de aportul investițiilor în sporirea resurselor există uneori și posibilități de a se face adaptări cu caracter provizoriu în atelierele existente pentru a se produce sortimente noi , așa cum se va experimenta la LBR de la C.S. Galați producerea tablei pentru dinam, de calitate mai bună decît cea care se obține în prezent la L.T. Galați, Oțelul roșu sau Ciocanul — Nădrag; aceasta pînă la intrarea în funcțiune a uzinei menționate mai sus, de la Tîrgoviște, unde se va produce, după licență străină (S.U.A.), atît tablă de dinam, cît și de transformator de cea mai înaltă calitate.

Pentru rezolvarea corespunzătoare a acestor intervenţii de completare şi integrare a economiei naţionale este necesar un strîns contact între beneficiar şi producător pentru a se cunoaşte cît mai din vreme şi mai documentat cerinţele, spre a se creea condiţii optime de satisfacere a acestora. În mod curent, în R.S. România, pentru însuşirea unor astfel de produse, beneficiarul apelează cu întîrziere la producător (respectiv nu atunci cînd se concepe fabricaţia după licenţe străine sau după proiecte proprii, ci atunci cînd are nevoie de materialul respectiv) fapt care creează nemulţumiri de ambele părţi; de aceea se cere de urgenţă să fie reglementat. Pentru aceasta este necesar ca în primul rînd să intervină producătorul printr-o permanentă activitate de înnoire, oferind la consum o gamă largă de produse pentru tot felul de utilizări şi condiţii de lucru, precum şi prin dese anchete de sondaj pentru a-şi completa permanent prognoza în domeniul său de activitate. La acestea desigur că beneficiarul trebuie să răspundă cu promptitudinea şi corectitudinea de rigoare, luînd în considerare de la început toate posibilităţile de aprovizionare şi făcînd toate investigaţiile în acest sens.

O contribuţie importantă la această problemă trebuie să fie adusă de organele de avizare din toate eşaloanele, care să condiţioneze avizarea de asigurarea sursei de aprovizionare, ceea ce presupune legătură strînsă cu producătorul prezumtiv şi deci amorsarea soluţionării bazei materiale a noului produs.

La rîndul său producătorul, în cunoştinţă de cauză, va iniţia cercetarea, dacă este necesară, sau experimentarea directă în producţie pînă la atingerea parametrilor prescrişi de beneficiar şi puşi de acord în prealabil între cele două părţi, încheindu-se şi actul de acceptare din partea beneficiarului. În acest timp caietul de sarcini se transformă în Normă internă, se prelucrează datele obţinute la toate încercările, se intervine pentru corectarea unor proprietăţi, acţionîndu-se cu ajutorul factorilor tehnologici favorabili, după care se stabilizează tehnologia şi se pregătesc datele necesare omologării, inclusiv partea economică, respectiv preţul de cost, rentabilitatea, preţul de revenire, durata de amortizare ş.a. După ce s-au efectuat toate aceste prelucrări, utilizînd posibilităţile matematice de calcul pentru obţinerea valorilor garantate ale proprietăţilor caracteristice şi pentru contribuţia factorilor tehnologici asupra acestor valori, se face omologarea produsului în prezenţa celor două părţi interesate, trecîndu-se la faza următoare de urmărire a rezultatelor ce se obţin în exploatare.

Dacă asimilarea s-a efectuat cu ajutorul cercetării, unitatea de cercetare respectivă va urmări, alături de serviciul tehnic al producătorului, atît mersul fabricaţiei, cît şi rezultatele obţinute la încercări şi în exploatare, propunînd eventuale măsuri pentru asigurarea deplină a beneficiarului. De altfel, această tendinţă de satisfacere a cerinţelor beneficiarului, respectiv de a livra produse corespunzătoare scopului, a fost de mai mult timp însuşită de toate unităţile siderurgice din ţară, valoarea proprietăţilor caracteristice nefiind altceva decît expresia cantitativă a acestei corespondenţe, ilustrînd concepţia şi conformanţa sau fiabilitatea şi mentenabilitatea produsului în cauză.

În întreaga acţiune de asimilare în fabricaţie a produselor siderurgice noi trebuie avut în vedere, în mod permanent, ca noile produse să fie superioare celor pe care le substituie, astfel încît să ducă la uşurarea construcţiilor, respectiv la economie de oţel fie prin proprietăţi, fie prin forma mai avansat prelucrată, înglobînd mai multă manoperă (prelucrări la rece—tablă, profile sîrmă—tratamente termice etc.).

Cu ajutorul materialelor siderurgice noi se va realiza îmbunătăţirea nivelului constructiv al produselor finite, rezultînd economii de oţel, la care se adaugă şi cele datorate îmbunătăţirii coeficientului de utilizare al acestuia.

Economii de produse din oţel în construcţia de maşini se mai pot realiza şi prin înlocuirea parţială a acestuia cu alte materiale, ceea ce însă în R.S. România se aplică în măsură foarte redusă datorită unor deficienţe calitative ale înlocuitorilor (mase plastice) sau din cauza preţului lor mai ridicat decît a oţelului (profile de aluminiu).

Această cale de economisire a oţelului trebuie aprofundată în continuare, intensificîndu-se reproiectarea şi schimbarea oţelului obişnuit cu oţeluri de calitate la toate reperele la care aceasta este posibilă, concomitent cu reducerea coeficienţilor de siguranţă şi cu prevederea produselor subţiri (profile, ţevi) sau de înlocuitori.

În ceea ce priveşte coeficientul de utilizare al oţelului în construcţia de maşini, se constată diferenţe mari de la un produs la altul, de exemplu de la 0,67, la poduri rulante, la 0,855, la semănătoarea SPC 6 M. În general există o tendinţă de creştere a acestui coeficient însă într-un ritm foarte lent (în medie cu cca. 1% pe an în ultimii 5 ani), ajungîndu-se la o medie de 0,75, ceea ce nu poate fi acceptat drept corespunzător , reflectînd o mare cantitate de oţel pierdut prin adaosuri de prelucrare exagerate şi alte deficienţe atît în sectoarele primare (turnătorii—forje), cît şi la prelucrări. Se apreciază că, prin reducerea adaosurilor de prelucrare şi prin revizuirea treptată a tehnologiilor, se pot obţine îmbunătăţiri ale coeficientului de utilizare al oţelului cu 5—10 %, la care se adaugă cel obţinut prin diminuarea pierderilor la debitare, înlocuirea unor operaţii de aşchiere cu extrudare, precum şi prin reducerea rebuturilor. Dintr-un prim sondaj în cîteva uzine constructoare de maşini din ţară

au rezultat posibilităţi de reducere a consumului de oţel cu circa 4 % în medie care, extins pe întreaga ramură, reprezintă peste 100 000 t oţel din care 50 000 t de laminate. Pentru realizarea acestei economii de oţel au fost evidenţiate primele căi de acţionare, din care se specifică următoarele :

— îmbunătăţirea continuă a structurii producţiei prin însuşirea de produse de tehnicitate ridicată, care înglobează multă manoperă ;

— specializarea şi profilarea mai avansată a întreprinderilor, condiţie de ridicare a tuturor parametrilor produselor şi de folosire raţională a materiilor prime, utilajelor şi forţei de muncă ;

— înlocuirea parţială şi în proporţie sporită a pieselor din fontă şi oţel cu aliaje de aluminiu, mase plastice etc., precum şi micşorarea accentuată a adaosurilor de prelucrare prin turnare de precizie, matriţare, extrudare, electroeroziune, roluire etc. ;

— revizuirea normativului de stabilire a preţului la semifabricate astfel încît să nu se încurajeze surplusul de greutate , precum şi restrîngerea toleranţelor prevăzute în standarde ;

— îmbunătăţirea substanţială a gospodăririi oţelului privind evidenţa, cîntărirea, debitarea, circulaţia, controlul calităţii la recepţia iniţială şi finală ;

— asigurarea condiţiilor de aplicare a sistemului de stimulare a personalului pentru realizarea de economii faţă de norme, precum şi îmbunătăţirea legislaţiei în această privinţă şi în aceea a predării fierului vechi.

CĂRŢI STRĂINE INTRATE ÎN BIBLIOTECILE DIN R. S. ROMÂNIA

CZ 666.76 :621.921
Feldhus H. G.
Feuerfeste Stoffe in der Stahlund Eisengiesserei.
(Materiale refractare în turnătoria de oţel şi fontă)
Berlin, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, 1970, 306pag.
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 666.76 :621.921
Urîvaeva G.D.
Tementî iz şlamov (Cimenturi din şlamuri)
Novosibirsk, Izd. Nauka Sibirokoe otdelenie, 1970, 152 pag.
Biblioteca I.C.E.M.

CZ 669.2/.8
Aliuminievîe splavî. Plavka i litio aliuminevîh splavov
(Aliaje de aluminiu. Elaborarea şi turnarea aliajelor de aluminiu)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1970, 416 pag.
Biblioteca Centrală de Stat.

CZ 669.2/.8
L'aluminium. Vol. 1. Production-Propriétés-Alliages. Fabrication des demi-produits. Fabrication anexes
(Aluminiu. Vol. I. Fabricarea. Proprietăţi-Aliaje, Fabricarea semiproduselor. Fabricaţii anexe)
Paris, Ed. Eyrolles, 1964, 935 pag. (3844)
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
L'aluminium. Vol. 2. Mise en oeuvre et utilisation de l'aluminium et de ses alliages (Aluminium. Vol. 2.
Prelucrarea şi utilizarea aluminiului şi a aliajelor sale)
Paris Ed. Eyrolles, 1964, pag. 948 (3845)
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
Conference des Nations Unies sur l'étain, 1970
(Conferinţa Naţiunilor Unite în problema staniului, 1970)
New-York, Nations Unies, 1970, 32 pag.
Biblioteca I.D.T.

CZ 669. 2/.8
Dubosse H., Herenguel I.
Comparaison entre normes françaises et de divers pays. De compositions d'états de livraison pour l'aluminium et ses alliages à l'état corroyé (Compararea normelor franceze şi din diferite ţări privind compoziţia şi stările de livrare pentru aluminiu şi aliajele sale în stare coroiată)
Paris, Ed. Eyrolles, 1963, 114 pag.
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
Ghidrometallurghia teajelîh ţvetnîh metallov v hloridnîh rastvarah (Hidrometalurgia metalelor neferoase grele în soluţii de cloruri)
Alma-Ata, Izd. Nauka, 1969, 70 pag. (3883)
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
Goncearenko. A. S.
Elektrohimiia vanadiia i ego soedinenii (Electrochimia vanadiului şi a combinaţiilor lui)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1969, 176 pag.
Biblioteca Inst. politehnic—Timişoara

CZ 669. 2/.8
JIS — Hand Book. Non-ferrous materials and metallurgy (Materiale neferoase şi metalurgie)
Tokyo, Edited and Published by Japonese Standards Association, 1970, 1024 pag. (3853)
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
Herstellungsprogramm NE-Metalle. Halbzeuge, Blockmetalle (Program de fabricaţie, metale neferoase, semifabricate, lingouri)
Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1969, 230 pag. (3892)
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
Issledovanie proţessov obrabotki davleniem ţvetnîh metallov (Cercetarea proceselor de prelucrare a metalelor neferoase prin presiune)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1969, 224 pag.
Biblioteca I.D.T.

CZ 669.2/.8
Izvlecenie i rafinirovanie ţvetnîh metallov v vakuume (Extragerea şi rafinarea metalelor neferoase în vid)
Alma-Ata, Izd. Nauka, 1968, 82 pag. (3874)
Biblioteca I.D.T.
C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
Korrozzia i elektrohimiia ţvetnîh metallov
(Coroziunea şi electrochimia metalelor neferoase)
Moscova. Izd. Metallurghiia, 1970, 144 pag.
Biblioteca I.D.T.

Ing. M. Pridvornic
Institutul de cercetări tehnologice pentru construcția de mașini

Influența vitezei de deformare asupra rezistenței la curgere și ecruisării materialelor metalice

CZ 669 :621.7 :531.11

Analiza influenței vitezei de deformare asupra rezistenței la curgere și ecruisării poate fi făcută de pe două poziții distincte. Una din aceste poziții pornește de la ipoteza simplificatoare că materialele metalice sînt niște medii continue, omogene și izotrope. Din punct de vedere matematic această ipoteză are ca urmare faptul că atît starea de deformație, cît și starea de tensiune a solidului nu mai pot fi caracterizate complet prin mărimi vectoriale (ca în studiul sistemelor discrete de puncte materiale), ci prin mărimi tensoriale. Această ipoteză este utilizată în rezistența materialelor și în mecanică.

A doua poziție pornește de la realitatea că materialele metalice au o structură cristalină caracteristică, cu imperfecțiuni punctiforme (vacanțe) și lineare (dislocații), care au un rol activ în procesele de curgere, rupere și ecruisare.

Din punct de vedere matematic deformațiile și tensiunile la care sînt supuse materialele metalice pot fi caracterizate complet prin mărimi vectoriale.

Așa cum s-a arătat aceste două poziții sînt numai distincte, rezultatele teoretice și experimentale în general completîndu-se fără a se contrazice. Astfel, pornind de la ipoteza mediului continuu, izotrop și omogen se analizează în principal efectele vitezei de solicitare asupra rezistenței la curgere, în timp ce utilizînd cunoștințele actuale asupra structurii cristaline a metalelor pot fi analizate cauzele efectelor respective și posibilitățile de influențare a proceselor care au loc în timpul deformărilor.

Indiferent de poziția adoptată în tratarea problemei se constată că viteza de deformare influențează limita de curgere a materialelor metalice și că această influență este cu atît mai importantă, cu cît este mai mică temperatura de topire a metalului respectiv. Utilizînd noțiunea de coeficient de viteză (raportul $\frac{\sigma_v}{\sigma_0}$ în care : σ_v este rezistența opusă deformării cu viteza v, iar σ_0 este rezistența în regim static) în figura 1 a fost ilustrată influența temperaturii de topire a metalului dat asupra sensibilității comportării acestuia în funcție de viteza de deformare [1].

Pentru a putea analiza în continuare efectul măririi vitezei de deformare asupra limitei de curgere și ecruisării sînt necesare cîteva precizări interesînd terminologia, simbolizarea și definirea noțiunilor cu care se operează. Lipsa unui consens unanim acceptat în această direcție creează în prezent dificultăți, confuzii și uneori contradicții în interpretarea materia-

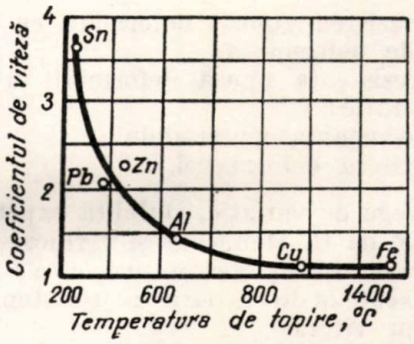


Fig. 1. Dependența coeficientului de viteză în funcție de temperatura de topire a metalului [1].

lului experimental și teoretic existent în literatură.

Se înțelege prin viteză de deformare V_s viteza la impact a sculelor, exprimată în m/s, iar prin viteză de deformație V_d, viteza cu care variază gradul de deformare [2]. Între cele două viteze există relația (1) :

$$V_d = \frac{V_s}{l_0} \qquad (1)$$

În lumina teoriei dislocațiilor [3] se știe că deformarea plastică are loc prin deplasarea defectelor lineare ale rețelei cristaline sub acțiunea tensiunilor exterioare. Prin viteză de deplasare a dislocațiilor $\dot{\varepsilon}$ se înțelege viteza, în cm/s, cu care se deplasează acestea prin cristal. Între viteza de deformație V_d și viteza de deplasare a dislocațiilor în lucrarea [4] se dă următoarea relație de calcul :

$$V_d = g\,b\,N\dot{\varepsilon} \qquad (2)$$

în care :

g este factorul geometric ;

b — vectorul Burgers, cm;
N — lungimea dislocaţiilor activitate în procesul deformării pe unitatea de volum, cm/cm³ (sau densitatea de dislocaţii).

Prin viteză de solicitare u_s se înţelege variaţa $\Delta\sigma$ a tensiunii în unitatea de timp.

Pentru a ilustra influenţa vitezei de deformare sau deformaţie asupra rezistenţei la curgere, în literatură au fost propuse numeroase modele şi relaţii de calcul [5], [6].

O trecere în revistă a tuturor relaţiilor de calcul este făcută în lucrarea [7]. Trebuie să se remarce că preocupările în direcţia stabilirii unor relaţii matematice, privind influenţa vitezei asupra rezistenţei la curgere, sînt semnalate de foarte mult timp. Astfel în 1928 L. Prandtl propune o *lege logaritmică* de variaţie care are forma:

$$\sigma_v = \sigma_0 + A \ln V_d \qquad (3)$$

unde:

σ_v este rezistenţa opusă deformării cu viteza de deformaţie;
σ_0 — rezistenţa opusă deformării în regim static;
A — constanta materialului;
V_d — viteza deformaţiei.

O altă lege de variaţie, stabilită experimental în 1926 de H. Hennecke şi verificată ulterior de numeroşi alţi cercetători, este aşa-zisa *lege exponenţială* de variaţie a rezistenţei la curgere cu viteza:

$$\sigma_v = \sigma_0 V_d^n \qquad (4)$$

în care: σ_v şi σ_o au aceleaşi semnificaţii ca în relaţia (3), iar n depinde de material, temperatură şi schema stării de tensiuni.

Legea hiperbolică, propusă într-o formă generală de L. Prandtl şi verificată de A. Nadai şi P.G. Mc. Vetty în 1943, are următoarea expresie:

$$\sigma_v = \frac{V_d}{C_1 s h a_1} \qquad (5)$$

în care:

C_1 şi a_1 sînt constante de material;
σ_v şi V_d au aceleaşi semnificaţii ca şi în relaţia (3).

Prin analogie cu *curgerea vîscoasă* a lichidelor, influenţa vitezei asupra rezistenţei la deformare a metalelor se poate descrie cu relaţia:

$$\sigma_v = \sigma_0 + \eta V_d \qquad (6)$$

în care η este coeficientul care ţine seamă de *viscozitatea* metalului.

Relaţiile expuse mai sus au fost deduse pe baza prelucrării unor date experimentale obţinute pe cazuri particulare. Numeroşi autori au căutat relaţii de calcul general valabile care să ţină seamă de toţi factorii de influenţă (temperatură, grad de deformare, proprietăţi fizice ale metalului cercetat etc.). Astfel L.D. Sokolov [8], luînd în considerare şi efectul temperaturii, a găsit următoarea relaţie de dependenţă a rezistenţei la curgere în funcţie de viteză:

$$\sigma_v = \sigma_0 \left(\frac{V_d}{V_{d_0}}\right)^{AT} \qquad (7)$$

în care:

V_{d_0} este viteza de deformaţie de referinţă;
V_d — viteza de deformaţie pentru cazul cercetat;
A — o constantă a materialului;
T — temperatura absolută de încercare;
σ_v şi σ_0 sînt rezistenţele la curgere pentru cele două viteze studiate.

În sfîrşit, S.K. Samanta [7] propune o relaţie complexă de forma:

$$\sigma_v = A + B \ln V_d + T(C + D \ln \varepsilon + E \ln V_d + F \ln \varepsilon \ln V_d) \qquad (8)$$

în care:

A, B, C, D, E, F sînt constante ale materialului care se determină experimental;
ε, V_d, σ_v şi T — aşa cum s-a arătat mai sus: gradul de deformare, viteza de deformaţie, rezistenţa la curgere şi, respectiv, temperatura la care se face încercarea.

Relaţiile (3)—(6) pot fi obţinute din relaţiile (7) şi (8) pentru anumite cazuri particulare.

După cum rezultă din analiza relaţiilor enumerate mai sus, se constată că în prezent există o mare diversitate de formule care descriu influenţa vitezei asupra rezistenţei la curgere. De asemenea trebuie să se remarce că mecanismul influenţei vitezei nu poate fi lămurit cu nici una din relaţiile date. Acest lucru poate fi făcut cu ajutorul teoriei dislocaţiilor aşa cum se va vedea mai jos.

În conformitate cu teoria dislocaţiilor, deformarea plastică a unui material metalic are loc ca urmare a deplasării defectelor lineare (dislocaţii marginale şi elicoidale) sub acţiunea forţelor exterioare. În timpul deformării densitatea dislocaţiilor creşte, ordinul de mărime al acestei creşteri fiind de la 10^4 dislocaţii/cm² (la metalele recoapte) la 10^{12} dislocaţii/cm². Mecanismul deformării plastice şi creşterea densităţii de dislocaţii în timpul procesului de deformare poate fi explicat cu ajutorul surselor Frank—Read (acest mecanism a fost propus de Frank şi Read în 1950). O sursă Frank—Read

este o dislocație care se află într-un plan de alunecare și are capetele blocate (fixe) fie de alte dislocații, fie de precipitate sau impurități.

Dacă în planul de alunecare acționează tensiunea τ, paralelă cu vectorul Burgers $\vec{b}$ al dislocației, asupra acestei dislocații acționează forța τb care tinde să curbeze segmentul AB și deci să-i mărească lungimea. Această curbare are loc pînă în momentul în care forța τb devine egală cu $\frac{T}{R}$, în care T este tensiunea lineară care se opune creșterii lungimii dislocației, iar R este raza de curbură a buclei. Dacă tensiunea τ crește în continuare, bucla se transformă într-un semicerc cu un diametru egal cu lungimea dislocației. Dislocația se va extinde rapid în continuare, rotindu-se în jurul capetelor fixe. Acest proces repetîndu-se, rezultă că sursele Frank — Read sînt elemente care măresc densitatea dislocațiilor în timpul deformării plastice. Activitatea unei surse Frank — Read are loc din momentul în care este satisfăcută relația :

$$\tau \approx \frac{Gb}{1} \tag{9}$$

Această relație a fost obținută înlocuind pe R prin $\frac{l}{2}$, iar G este modulul transversal.

Din cele arătate, precum și din datele experimentale publicate în literatură [14], [15] rezultă, în primul rînd, că o dată cu mărirea gradului de deformare se mărește densitatea de dislocații în metalul supus deformării. De exemplu în intervalul de alungire cuprins între $\varepsilon = 0{,}1\%$ și $\varepsilon = 10\%$, densitatea de dislocație (ρ_D) în cristalele de LiFe este direct proporțională cu alungirea (ε_{pl}) conform relației :

$$\rho_D = 10^9 \varepsilon_{pl} \tag{10}$$

Relația dintre densitatea de dislocații și gradul de deformare a fost studiată de numeroși cercetători pentru metale și aliaje concrete în condiții de solicitare diferite (tracțiune, compresiune, solicitări variabile etc.). Datorită creșterii densității de dislocații apare fenomenul de ecruisare, în urma frînării și stînjenirii reciproce a deplasării dislocațiilor. Consecința acestui fapt este creșterea rezistenței la deformare.

Așa cum s-a arătat în relațiile experimentale (3—8) rezistența opusă deformării și, deci, fenomenul de ecruisare, mai este controlată și de viteza deformației sau deformării. În continuare, se va arăta natura influenței vitezei asupra rezistenței la deformare și ecruisare.

Determinările experimentale atestă creșterea densității de dislocație o dată cu creșterea vitezei de deformație [10].

Pentru a explica influența vitezei asupra ecruisării, a rezistenței la deformare și a densității de dislocații se analizează pe scurt cinetica procesului de deformare plastică. Prin similitu-

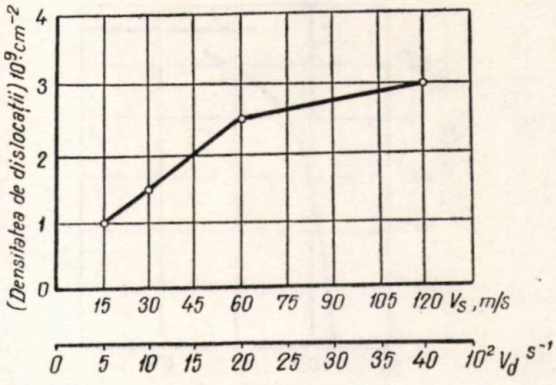


Fig. 2. Dependența densității de dislocații de viteza de deformare (V_s) și deformație (V_d) [10].

dine cu teoria transformărilor de fază, se face și în cazul procesului de deformare distincția dintre viteza de deplasare a dislocației (proporțională cu viteza de creștere a suprafeței buclei de dislocație emisă de sursa Frank—Read activată) și viteza de apariție a noilor dislocații (frecvențe cu care sursa Frank—Read *germinează* noi dislocații). Cinetica procesului de deformare plastică poate fi definită cu următorul sistem de ecuații :

$$\begin{aligned} &(a)\ V_d = g\, b\, N \dot{\varepsilon} \\ &(b)\ \dot{N} = N \dot{\varepsilon}\, k\, \sigma^l \\ &(c)\ \dot{\varepsilon} = v_o \left(\frac{\sigma}{\sigma_o}\right)^m \\ &(d)\ \sigma = \sigma_a - A N^{\alpha} \end{aligned} \tag{11}$$

În sistemul de ecuație (11) simbolurile au următoarea semnificație :

V_d este viteza deformației ;
b — vectorul Burgers ;
$\dot{\varepsilon}$ — viteza de deplasare a dislocației ;
N — densitatea de dislocație ;
σ — tensiunile locale ;
σ_a — tensiunile exterioare ;
$A, l, K, n, v_o, \sigma_o, m$ — constante legate de material și de condițiile de experimentare.

Trebuie să se remarce că relațiile (11) dau o reprezentare schematică a cineticii procesului de deformare plastică. Pentru o interpretare riguroasă și unitară a materialului experimental publicat în literatură, mai trebuie făcute unele precizări și completări.

În primul rînd atît viteza de deplasare a dislocațiilor, cît și densitatea de dislocații pot crește în timpul procesului de deformare după

legile date în relaţia (11) însă nu pot depăşi anumite valori limită. Astfel după Johnson W. G. şi Gilman J.J. viteza de deplasare a dislocaţiilor nu poate depăşi viteza sunetului

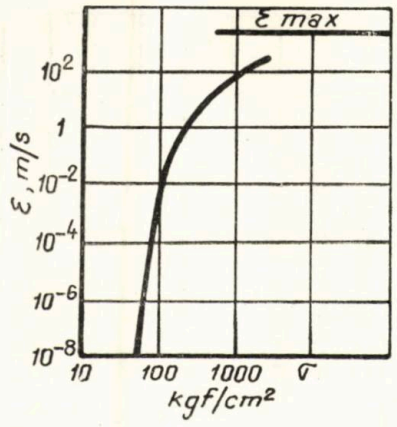


Fig. 3. Dependenţa vitezei de deplasare a dislocaţiilor marginale într-un cristal de Li Fe în funcţie de tensiune.

prin materialul studiat (altfel spus, viteza de deformare plastică nu poate depăşi viteza deformării elastice). De asemenea asupra vitezei de deplasare a dislocaţiilor mai influenţează atît solicitarea (fig. 3), cît şi temperatura la care are loc deformarea (se micşorează energia de activare) [11].

De asemenea densitatea de dislocaţii care creşte în timpul deformării o dată cu gradul de deformare plastică nu poate depăşi totuşi o anumită *densitate de saturaţie*. Astfel [9] gradul de deformare ε este dat de relaţia :

$$\varepsilon = \pi r^2 N i_A a \qquad (12)$$

în care :

r este raza medie a buclei de dislocaţie generată de sursa Frank — Read ; N — numărul de dislocaţii generat de fiecare sursă Frank—Read ; i_A — numărul de surse Frank—Read din unitatea de volum ; a — distanţa interatomică.

Densitatea de dislocaţii poate creşte după [9] pînă la valoarea

$$\rho = 2 \pi r N i_A \qquad (13)$$

şi, deci, între gradul de deformare şi densitatea de dislocaţii există legătura :

$$\rho = 2 \varepsilon \frac{1}{\sigma_a} \qquad (14)$$

De exemplu în cazul unei raze medii a buclei de acelaşi ordin de mărime cu cel al subgrăunţilor de ferită (deci $r \approx 10^{-5}$ cm) se obţine că $\rho = 10^{13} \varepsilon$. Datorită interacţiunii dintre dislocaţiile apărute în cursul deformării la un anumit moment sursele Frank—Read îşi încetează activitatea, densitatea dislocaţiilor tinzînd către limita de saturaţie în condiţiile date [9].

Din cele arătate se poate trage concluzia că viteza de deformaţie produce o creştere a rezistenţei la curgere, datorită faptului că provoacă o mărire a vitezei de germinare a dislocaţiilor (relaţia 11, *b*) şi a vitezei de deplasare a acestora pe planele de alunecare (relaţia 11, *a*). Mărimea vitezei de deformaţie nu poate însă să producă o creştere a rezistenţei oricît de mare, deoarece atît viteza de deplasare, cît şi densitatea de dislocaţii au anumite limite de saturaţie pentru condiţiile date (fig. 3 şi relaţia 14).

În afara mecanismului descris viteza de deformaţie influenţează cinetica procesului de deformare şi, deci, creşterea rezistenţei şi a ecruisării metalelor şi după alte mecanisme. Astfel, în lucrarea [12] se arată influenţa vitezei de deformare asupra cineticii procesului de functionare a sursei Frank—Read (fig. 4). Dacă vitezele de deformaţie (V_d) sînt mici, forţele de frînare care se opun deplasării dislocaţiei sînt neglijabile şi linia de dislocaţie se va deplasa nestingherită, luînd o formă curbă. Într-o primă aproximaţie se poate spune că forma acestei curbe este un arc de cerc a cărui rază

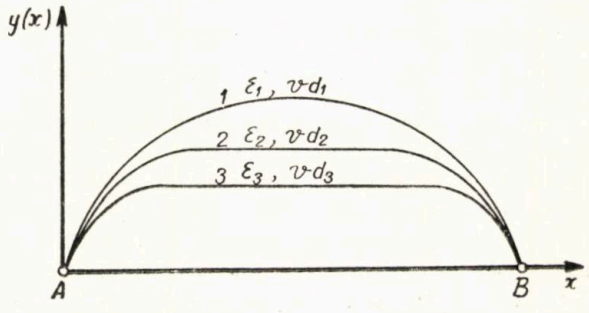


Fig. 4. Influenţa vitezei de deformare asupra formei buclei de dislocaţie emise de o sursă Frank—Read.

se micşorează treptat pe măsura deplasării dislocaţiei, pînă cînd atinge valoarea minimă.

După [9] tensiunea necesară realizării acestui proces este :

$$\tau = \frac{2 Ga}{\overline{AB}} \qquad (15)$$

După [13] forma exactă a ecuaţiei curbei dislocaţiei este de :

$$A \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + B \frac{\partial y}{\partial t} - C \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = b \sigma_0 \sin \omega t \qquad (16)$$

În această ecuaţie în care s-a considerat că dislocaţia se comportă ca o coardă vibrantă, simbolurile au următoarea semnificaţie :

y este deplasarea unui punct al dislocaţiei pe verticala care se află la distanţa x de punctul A ;

A — masa efectivă pe unitatea de lungime a dislocației;

B — coeficientul de amortizare pe unitatea de lungime;

C — alungirea lineară a dislocației;

b — vectorul Burgers;

$\sigma_0 \sin \omega t$ — componenta tensiunii în planul de alunecare al dislocației.

Din relația (16) se vede că termenul $B \frac{\partial y}{\partial t}$ este elementul sensibil la viteză prin factorul de amortizare B. Cu cît viteza de deplasare a dislocației este mai mare, cu atît forțele de frînare exercitate de mediu sînt mai puternice și forma buclei este mai aplatisată, așa cum se poate vedea și în figura 4, curbele *2* și *3*. Trebuie de asemenea să se remarce că la un moment dat nu toate punctele dislocației se deplasează cu aceeași viteză.

În consecință, la mărirea vitezei, cele mai afectate sînt punctele din centrul buclei (care sînt cele mai depărtate de punctele fixe), aceasta fiind explicația aplatisării buclei emise de sursa Frank—Read. Este interesant de observat că acest mecanism de influență a vitezei, explicat prin teoria dislocațiilor, concordă cu modelul curgerii vîscoase din relația (6), stabilită pe baza ipotezei mediului continuu izotrop și omogen.

Se mai remarcă de asemenea că mecanismul descris ajută să se interpreteze o serie de date experimentale din literatură, care nu au fost explicate. De exemplu se constată că rezistența la curgere la oțeluri este diferit influențată de viteza de solicitare [15]. Într-adevăr în cazul oțelurilor cu cît rezistența lor naturală este mai mare, cu atît dislocațiile se vor deplasa mai greu, iar mișcarea lor se va desfășura pe parcursuri mai scurte . În aceste condiții influența vitezei de solicitare va fi puțin marcantă (raportul rezistențelor la curgere în regim dinamic σ_d și static σ_s va fi mai apropiat de 1). La aceasta se mai adaugă și influența precipitatelor care modifică aspectul buclelor de dislocații, frînîndu-le mișcarea prin cristal.

În afara mecanismelor analizate, influența vitezei de deformare se mai poate manifesta și sub alte aspecte. Astfel, cu creșterea vitezei se mărește efectul termic al deformării [16], apar modificări ale mecanismului de deformare (în loc de alunecare), se produce deformarea prin maclare așa cum rezultă din figura 6 și chiar transformări de fază [18]. Intensitatea cu care se produc fenomenele mai sus amintite, precum și influența lor asupra rezistenței la curgere și ecruisării, diferă de la un metal la altul și constituie particularități pe care lucrarea de față nu mai le semnalează. Cu ajutorul lor pot fi explicate o serie de

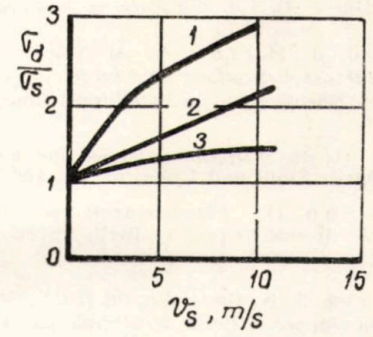


Fig. 5. Influența vitezei la impact asupra rezistenței la curgere dinamică pentru diferite oțeluri:
1 — fier Armco ($\sigma_s = 25$ kgf/mm²); *2* — oțel 45 (41 kgf/mm²); *3* — oțel 30 HGSA ($\sigma_s = 68$ kgf/mm²) [15].

date experimentale care se abat mai mult sau mai puțin de la fenomenele general valabile, analizate în prezentul material.

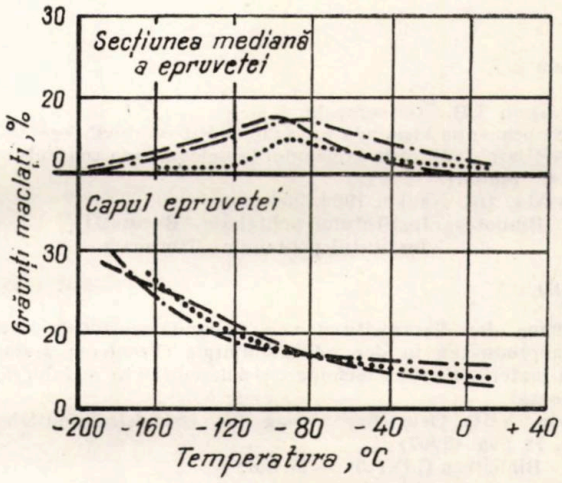


Fig. 6. Variația procentuală a grăunților maclați în secțiunea mediană și la capul epruvetei pentru fier Armco, în funcție de temperatura și viteza de deformare [17]:
— — — 8m/s; —·—·— 20 m/s; ... —50m/s.

Avînd în vedere că în prezent există o tendință clar manifestată de creșterea vitezelor de solicitare atît în domeniul tehnologiei de execuție (ambutisare cu explozie, în cîmp magnetic), cît și în domeniul exploatării organelor de mașini și sculelor, rezultă necesitatea continuării și aprofundării cunoștințelor actuale în acest domeniu.

BIBLIOGRAFIE

[1] Astahov I. G. şi Cazimirovici E. *Consideraţii privind influenţa vitezei de deformare asupra unor parametri ai deformaţiei plastice.* Metalurgia, nr. 2, 1970, p. 117—119.

[2] Popescu V. I. *Analiza şi îmbunătăţirea calităţii pieselor forjate.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1965.

[3] Geru N. *Proprietăţile metalelor şi metode fizice de control.* Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1967.

[4] Gouzou J., Leroy V. şi Habraken L. *La mobilité des dislocations dans un fer de haute pureté.* Les Mem. Scient. Rev. de Métallurgie, iunie, 1968, p. 301—306.

[5] Stüve H. P. *Verformungstheorie aus der Sicht der Metallphysik.* Stahl und Eisen, nr. 26, 1960.

[6] Lippmann H. *Plastomechanik der Umformung metallische Werkstoffe* (vol I). Berlin, Springer Verlag, 1967.

[7] Samanta S. K. *On relating the flou stress of aluminium and coopper to strain, strain rate and temperature.* The Iron and Steel Inst., Papper, nr. 4, 1968, p. 122.

[8] Sokolov L. D. Akad Nauk S.S.S.R., Doklady 65, 459, 1949.

[9] Nemec J. *Iestkosti i procinosti stalinih detalei.* (traducere din l. cehă). Moscova, Izd. Maşinostroenie, 1970.

[10] Hasek V. *Einfluss der Warmumformebedingungen auf die Eigenschaften von Stahl.* Industrie Anzeigen, nr. 7, 1969, p. 11—15.

[11] Pankowschi R., Gouzou J. şi Homes G. *Le mecanisme de deformation du fer resulté de deux processus d'activition superposés.* Les memoires scientifiques de la Rev. de Métallurgie, nr. 15, 1968.

[12] Mason P. V. *Physical acoustic. The efect of imperfections.* Vol. III. part. A Academic Press, New York, Londra, 1966 (tradus şi în Ed. Mir Moscova, 1969).

[13] Niblett D. H. şi Wilks J. *Frecarea internă a metalelor provocată de dislocaţii* (material apărut în culegerea de articole „Vnutrenne trenie metallow", Ed. Metallurghizdat sub redacţia lui H. Velikova, Moscova, 1963).

[14] Mirkin L. I. *Fiziceskie osnovi procinosti i plasticinosti.* Izd. Moskovskovo Universiteta, 1968.

[15] Noriţîn I. A. *Deformarea rapidă a metalelor.* Vestruik maşinostroenie, 42, nr. 12, 1962, p. 54—60.

[16] Samanta S. K. *Metallers egenskaper vid snabb deformation.* Jerkontorets Annaler, vol. 152, 1968, p. 67—80.

[17] Botte R. şi Gobin P. *Etude des influences combinées de la température et des hautes vitesses de sollicitation sur le comportement d'un fer Armco.* Les memoires scientifiques. Rev. Met., LXV, nr. 5, 1968.

[18] Osina V. *Forming of metal at high rates and energies* Metal Treatment, vol. 33, nr. 248, 1966, p. 193—204

CĂRŢI STRĂINE INTRATE ÎN BIBLIOTECILE DIN R.S.ROMÂNIA

CZ 669 2/.8

Poliveannii I.R., Gaivoronski A.G.
Osnovî primeniia kisloroda pri aglomeraţii svinţovîh konţentratov (Bazele utilizării oxigenului la aglomerarea concentratelor de plumb)
Alma-Ata. Izd. Nauka, 1969, 236 pag.
Biblioteca Institutului politehnic—Bucureşti
Institutul politehnic—Timişoara

CZ 669.2/.8

Probleme der Verarbeitung von Sekundärrohstoffen und Abafallprodukten in der NE-Metallurgie (Problema prelucrării materiilor prime secundare şi a deşeurilor în metalurgia neferoasă)
Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1970, 78 pag. (3907)
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8

Proizvodstvo ghermaniia (Fabricarea germaniului)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1969, 95 pag.
Biblioteca Institutului politehnic—Bucureşti

CZ 669.2/8

Termiceskie proţessî v tehnologhii ţvetnîh i redkin metallov (Procese termice în tehnologia metalelor neferoase şi rare)
Alma-Ata, Izd. Nauka, 1970, 124 pag. (3880)
Biblioteca Institutului politehnic—Bucureşti
Institutul petrol şi gaze—Bucureşti.
C.D.P.T. — M.I.M.
Institutul politehnic—Timişoara

CZ 669. 2/.8

Tostmann K. H.
Einfluss der Phasengrenzreaktionen bei der Sulfidierung von Silbert in Schwefelsamph bei höheren Temperaturen. Dissertation (Influenţa reacţiilor limită de fază la sulfurarea argintului în abur de sulf la temperaturi înalte)
München, 1970, 58 pag.
Biblioteca centrală universitară—Bucureşti

CZ 669.2/.8

Varley P. C.
The technology of aluminium and its alloys (Tehnologia aluminiului şi aliajelor lui)
Londra, Newnes-Butterworths, 1970, IX+161 pag.
Biblioteca Universitară (fac. de fizică) — Bucureşti

Ing. Gh. Voicu şi ing. C. Bratu
Institutul politehnic — Bucureşti

Consideraţii asupra schimbului de căldură în cuptoarele metalurgice cu cuvă

CZ 669.041.44 : 66.045.1

În prezent atît pe plan mondial, cît şi în R. S. România există o preocupare deosebită pentru reducerea consumului de cocs din cuptoarele cu cuvă (furnal, cubilou, Water-Jacket etc.), care constituie unul din combustibilii deficitari pentru multe ţări. De aceea se caută ca pe lîngă îmbunătăţiri ale procesului tehnologic şi înlocuirea cocsului cu alţi combustibili, să se găsească procedee noi de elaborare care să permită eliminarea parţială sau totală a cocsului şi înlocuirea cuptoarelor cu cuvă cu alte tipuri de cuptoare metalurgice.

Avînd în vedere aceste lucruri în cele ce urmează se vor prezenta cîteva probleme legate de schimbul de căldură în cuptoarele cu cuvă şi modul cum se face calculul transmisiei de căldură în aceste agregate deoarece prin îmbunătăţirea schimbului de căldură se poate obţine reducerea consumului de cocs metalurgic şi intensificarea procesului de elaborare a metalului.

Metoda principală de calcul a cîmpului de temperatură pe înălţimea cuvei cuptorului [1] se bazează pe stabilirea coeficienţilor medii de cedare a căldurii, fiecare din ei ţinînd seamă de proprietăţile termofizice ale fiecărui component al încărcăturii. Astfel, cu aceste valori medii se poate determina înălţimea treptei schimbului de căldură şi, în primă aproximaţie, se găseşte distribuţia temperaturii pe înălţimea cuptorului. Totuşi, pentru o analiză mai adîncă a proceselor de schimb de căldură în cuva cuptorului Iu. G. Iaroşenko [2] a folosit, pentru experimentări, încărcătura formată din două componente care au o conductibilitate mare. În lucrările [3] şi [4] este prezentat schimbul de căldură în cuva cuptorului fără să se ţină seamă de conductibilitatea încărcăturii, căldurile specifice ale celor trei componente (gaz, cocs, minereu) considerîndu-se constante.

Alţi cercetători [5] — [10] pentru stabilirea particularităţilor schimbului de căldură la cuptoarele cu cuvă au determinat cîmpul de temperatură pe înălţimea cuptorului în cazul căldurii specifice constante a încărcăturii metalice şi fluxului de gaze [5], şi în cazul cînd căldura specifică a încărcăturii este o funcţie liniară de temperatură [6], adică $C_m = a_0 + a_1 \cdot t_m$, unde t_m reprezintă temperatura încărcăturii metalice.

Pentru cazuri mai complexe (furnalul) s-a considerat căldura specifică a încărcăturii metalice de forma $C_m = a_0 + a_1 t_m + a_2 t_m^2$, iar a gazelor $C_g = \text{const.}$ [7], [8].

Examinînd toate aceste metode se poate trage concluzia că transmiterea de căldură în stratul de material în bucăţi şi în zona de cădere a picăturilor de metal se calculează foarte greu, din cauză că în bucăţile de corpuri solide încălzite sau în picăturile de metal are loc un flux termic nestaţionar şi gradienţi mari de temperatură între suprafaţă şi interiorul corpului.

În continuare se va prezenta modul cum are loc schimbul de căldură în diferitele zone ale cubiloului şi cum se calculează acest schimb de căldură. La desfăşurarea normală a procesului de elaborare a fontei în cubilou, stratul de materiale care formează şarja se deplasează cu o viteză mai mult sau mai puţin constantă, în contracurent cu gazele.

Se va nota cu W_g capacitatea calorică a curentului de gaze sau echivalentul hidraulic şi cu W_m, capacitatea calorică a şarjei sau echivalentul hidraulic. În cuva cubioului cantitatea de căldură din gaze este mai mare decît

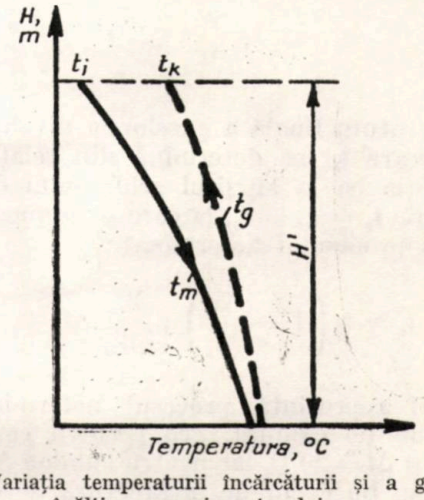


Fig. 1. Variaţia temperaturii încărcăturii şi a gazelor pe înălţimea cuvei cuptorului.

cea care poate fi absorbită de material ($W_g > W_m$). Datorită schimbului de căldură temperatura gazelor şi a şarjei variază pe înălţimea cuvei (fig. 1) astfel încît la terminarea schimbului gazele mai rămîn cu un surplus de temperatură t_k.

Temperatura gazelor la ieşirea din cuva cubiloului t_k este cu atît mai mare, cu cît raportul $\frac{W_g}{W_m}$ este mai mare, iar întregul schimb de căldură se termină pe înălţimea H, mărirea acestei înălţimi micşorînd valoarea lui t_k.

Temperatura încărcăturii de materiale din cuvă pe înălţimea H se determină cu relaţia [5], [9]:

$$t_m = t_0\left[1 - e^{-\frac{\alpha_v H}{C_i V_i}\left(1 - \frac{W_m}{W_g}\right)}\right], \quad °C \qquad (1)$$

unde:

α_v este coeficientul volumetric de transmisie a căldurii kcal/m³ · h · grad;
H — înălţimea totală a zonei schimbului de căldură, m;
C_i — căldura specifică a unui m³ de încărcătură, kcal/m³·grad;
t_0 — temperatura iniţială a gazelor arse, °C;
V_i — viteza de coborîre a încărcăturii, m/h.

În practică se realizează o recuperare a căldurii gazelor arse pînă la 95% ($t_m : t_0 = \theta = 0{,}95$).

Valoarea înălţimii totale a zonei schimbului de căldură se determină cu relaţia [9]:

$$H = \frac{3\, V_i\, C_i}{\alpha_v\left(1 - \frac{W_m}{W_g}\right)}, \quad m, \qquad (2)$$

iar temperatura curentului de gaze în cuvă t_g se determină după formula:

$$t_g = t_k + \frac{W_m}{W_g} t_m, \quad °C \qquad (3)$$

Temperatura finală a gazelor la nivelul gurii de încărcare t_k se determină din relaţia (3), cu condiţia ca la sfîrşitul schimbului de căldură să fie $t_g = t_m = t_0$, la care se adaugă temperatura procesului neterminat:

$$t_k = t_0\left(1 - \frac{W_m}{W_g}\right) + \frac{W_m}{W_g}\Delta t, \quad °C, \qquad (4)$$

unde Δt reprezintă procesul neterminat al schimbului de căldură, grd (pentru condiţiile din furnal $\Delta t = 20°C$, iar pentru cubilou $\Delta t = 0$).

În cazul bucăţilor de încărcătură de dimensiuni aproximativ egale, coeficientul volumetric α_v poate fi calculat destul de precis cu ajutorul relaţiei (5):

$$\alpha_v = \frac{160 \cdot v_{0g}^{0,9} \cdot T_g^{0,3}}{d^{0,75}} \cdot 10^{1,6f - 3,56f^2}, \quad kcal/m^3 \cdot h \cdot grd, \qquad (5)$$

unde:

v_{0g} este viteza gazelor, raportată la secţiunea transversală totală a materialului din cuvă la condiţiile normale, m/h;
T_g — temperatura medie a gazelor, °K;
f — porozitatea stratului în fracţiuni de unitate;
d — diametrul echivalent al bucăţilor, m.

Dacă $f = 0{,}5$ expresia lui α_v, în cazul cubiloului, are forma:

$$\alpha_v = \frac{160\, v_{0g}^{0,9} \cdot T_g^{0,3}}{d^{0,75}}, \quad kcal/m^3 \cdot h \cdot grd \qquad (6)$$

Cu ajutorul coeficientului α_v se poate determina şi valoarea coeficientului de transmisie a căldurii α, raportat la unitatea de suprafaţă:

$$\alpha = \alpha_v \frac{d}{7{,}5\,(1 - f)}, \quad kcal/m^2 \cdot h \cdot grd \qquad (7)$$

În zona de topire din cubilou şi în zona de reducere din stratul de combustibil unde are loc fuziunea şi începe supraîncălzirea picăturilor de metal are loc raportul invers între echivalentele hidraulice ale încărcăturii şi gazelor ($W_g < W_m$); schimul de căldură este prezentat în figura 2.

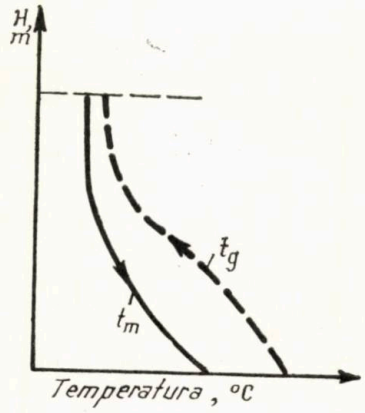


Fig. 2. Variaţia temperaturii încărcăturii şi a gazelor pe înălţimea zonei de topire a cubiloului.

Timpul necesar transmiterii metalului a cantităţii de căldură egală cu căldura latentă de topire în zona de topire, presupunînd că schimbul de căldură este dirijat numai de la gaze spre încărcătură şi că bucăţile de încărcătură au formă sferică, se determină din egalitatea [1], [5]:

$$\frac{1}{\sqrt{t'_{g0}}} \ln \frac{\sqrt{t'_{g0}} - \sqrt{t'_{g0} - t'_g}}{\sqrt{t'_{g0}} + \sqrt{t'_{g0} - t'_g}} = 4\,\frac{\alpha}{C}\sqrt{\pi \cdot r_0 \frac{C}{q}} \cdot \tau, \qquad (8)$$

în care :

$$t'_{g0} = t_{g0} - t_n$$

iar

$$t'_g = t_g - t_n$$

t_{g0} este temperatura maximă a gazelor, °C;
t_n — temperatura la suprafața bucăților, °C;
t_g — temperatura gazelor, °C;
C — căldura specifică a gazului care revine fiecărei bucăți de metal, kcal/kg·°C;
r_0 — dimensiunea inițială a bucăților, m;
q — cantitatea de căldură necesară pentru topirea a 1 m³ de șarjă, kcal/m³;
τ — timpul, h.

Înălțimea zonei de topire h se calculează cu formula :

$$h = \frac{p}{\rho} \tau, \quad (9)$$

unde :

p este productivitatea specifică a cubiloului, kg/m² · h;
ρ — densitatea încărcăturii, kg/m³.

Mai jos, în zona de supraîncălzire unde picăturile de fontă care trec prin stratul de combustibil încălzit se supraîncălzesc, raportul dintre echivalentele hidraulice este același cu raportul din cuva cubiloului. Temperatura de supraîncălzire este mai ridicată cu cît este mai mare temperatura maximă a gazelor, iar în cazul cînd cantitatea de gaze care revin unității de greutate de încărcătură este mică, atunci chiar cînd temperatura lor este ridicată, fonta și zgura nu se supraîncălzesc suficient deoarece are loc o micșorare a lui W_g. Pentru calcule sînt valabile formulele prezentate la calculul schimbului de căldură în cuvă, cu singura diferență că în zona de supraîncălzire metalul nu se găsește sub formă de bucăți de încărcătură solidă, ci sub formă de picături de metal lichid.

În ultima zonă, în creuzetul cubiloului, are loc o anumită răcire a metalului în timpul menținerii acestuia, care depinde de intervalul de timp respectiv, precum și de dimensiunile, modul de căptușire și intensitatea încălzirii creuzetului.

Schimbul de căldură între gaze și încărcătură și apoi metalul lichid se face în mod diferit în diferitele zone pe înălțimea cubiloului și este prezentat în figura 3.

În concluzie se poate spune că pentru îmbunătățirea schimbului de căldură la cubilou trebuie să se obțină o ardere cît mai completă a cocsului, o repartizare uniformă a componenților încărcăturii pe înălțimea cubiloului și o distribuire uniformă pe secțiunea cubiloului a gurilor pentru introducerea aerului de ardere.

Totodată trebuie să existe o dimensiune corespunzătoare a bucăților de cocs și a încărcăturii metalice, pentru a se asigura o bună viteză a gazelor arse, deoarece aceasta asigură un schimb de căldură prin convecție cît mai intens,

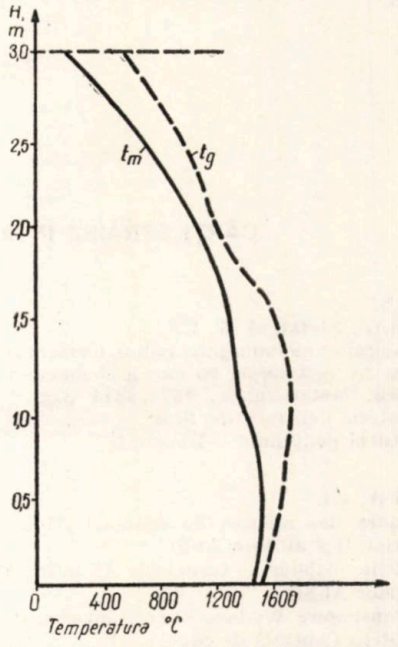


Fig. 3. Variația temperaturii încărcăturii și a gazelor pe înălțimea cubiloului.

iar atunci cînd dimensiunile bucăților de fontă sînt mici suprafața de schimb de căldură a lor și cantitatea de căldură transmisă în unitatea de timp sînt mai mari. Trebuie arătat, de asemenea, că datorită spațiilor foarte mici dintre componenții încărcăturii în cubilou schimbul de căldură prin radiație este neînsemnat, predominînd schimbul de căldură prin convecție în cuvă și zona de topire, iar în zona de supraîncălzire predomină schimbul de căldură prin conductibilitate de la cocsul incandescent la picăturile de metal.

Prin îmbunătățirea condițiilor de schimb se obține o fontă cu o temperatură mai mare la evacuare și o reducere a consumului specific de cocs, în limite care să asigure o productivitate ridicată a cubiloului.

În încheiere se poate afirma că modul de transmitere a căldurii în cuptoarele de tip cuvă și, în special, în cubilou, determină atît desfășurarea în bune condiții a proceselor metalurgice care au loc, cît și temperatura metalului care se obține la evacuarea din cuptor. Realizarea, în bune condiții, a schimbului de căldură

între gazele arse și încărcătura metalică sau metalul topit duce la reducerea consumului de cocs metalurgic în cubilou.

BIBLIOGRAFIE

[1] Kitaev B. I. ș.a. *Teploobmena v șahtnih peceah.* Moscova, Metallurghizdat, 1957.

[2] Iarosenko C. Iu. ș.a. Izvestia V.U.Z. Ciornaia metallurghia, nr. 8, 1967, p. 129—135.

[3] Lück G. In.. I. of Heat and Mass Transfer, nr. 5, 1962, p. 153.

[4] Rabinovici C. D. *Teoria calculului termic al recuperatoarelor ca aparate de schimb de căldură.* Minsk, Izd. ANBCCP, 1963.

[5] Kitaev B. I. ș. a. *Teplotehnicekie rasciotl metallurgiceskie pecei.* Moscova, Izd. Metallurghia, 1970.

[6] Savrin S. V. Izvestia V.U.Z. Ciornaia metallurghia, nr. 5, 1960, p. 27.

[7] Kitaev B. I. ș. a. *Domennti profess po noveișim issledovaniami.* Metallurghizdat, 1963, p. 57.

[8] Iarosenko G. Iu. ș. a. Izvestia V.U.Z. Ciornaia metallurghia, nr. 10, 1969, p. 155—159.

[9] Surovski V. M. ș. a. Izvestia V.U.Z. — Ciornaia metallurghia, nr. 11, 1971, p. 166—170.

[10] Lisianski V. M. Izvestia V.U.Z. Ciornaia metallurghia, nr. 10, 1969, p. 122—128.

CĂRȚI STRĂINE INTRATE ÎN BIBLIOȚECILE DIN R. S. ROMÂNIA

CZ 669. 2/.8
Korșunov B.G., Ștefaniuk S. L.
Vedenie v hlorniuu metallurghiia redkih elementov
(Introducere în metalurgia cu clor a elementelor rare)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1970, 344 pag.
Biblioteca Centrală de Stat
Institutul politehnic — București

CZ 669.2/.8
Krupkowski A. ș.a.
Caracteristiques des alliages de fonderie Al-Zn-Mg-Fe et la modification des alliages Al-Si
(Caracteristicile aliajelor de turnătorie Al-Zn-Mg-Fe și modificarea aliajelor Al-Si)
Warsawa, Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, 1970, 20 pag.
Biblioteca Centrală de Stat

CZ 669.2/.8
Malțev M.V.
Metallografia promîșlenih țvetnih metallov i splavon (Metalografia metalelor și aliajelor neferoase industriale)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1970, 368 pag.
Biblioteca ICEM

CZ 669.2/8
Marian V.M.
Les points de Curie ferromagnétiques et la saturation absolue de quelques alliages de nickel. 1-ère thèse. Propositions données par la Faculté. 2-e Thèses présentées. (Punctele feromagnetice Curie și saturarea absolută a unor aliaje de nichel. Prima teză. Propuneri făcute de facultate. A doua teză. Teze prezentate)
Paris, Ed. Masson et Cie, 1936, 71 pag.
Biblioteca Centrală universitară—București

CZ 669.2/.8
Metallovedenie splavov legkih metallov (Metalologia aliajelor de metale ușoare)
Moscova, Izd. Nauka, 1970, 212 pag.
Biblioteca Centrală universitară — București

CZ 669.2/.8
Monokristali tugoplavkih i redkih metallov (Monocristale de metale greu fuzibile și rare)
Moscova, Izd. Nauka, 1971, 184 pag.
Biblioteca Centrală universitară — București
I.C.E.M.
Institutul politehnic — București

CZ 669.2/.8
Plavka i litie țvetnih metallov i splavov
(Topirea și turnarea metalelor neferoase și a aliajelor lor)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1969, 152 pag.
Biblioteca I.D.T.

CZ 669.2/.8
Salli A., Brendz E.
Hrom (Cromul)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1971, 360 pag.
Biblioteca Centrală de Stat

CZ 669.2/.8
Saviţki E. M., Burhanov G.S.
Metallovedenie splavov tugoplavkin i redkih metallov. 2-e. izdanie, pereranotannoe i depolnennoe (Metalologia aliajelor de metale greu fuzibile și rare. Ediția a 2-a)
Moscova, Izd. Nauka, 1971, 356 pag.
Biblioteca Centrală de Stat

CZ 669.2/8
Smirnov V. I. ș.a.
Izvlecenie kobalta iz mednih i nikelevîh rud i konțentratov (Extragerea cobaltului din minereuri și concentrate de cupru și nichel)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1970, 256 pag.
Biblioteca Centrală de Stat
Institutul politehnic — București
Institutul agronomic — Timișoara

CZ 669.2/8.
Spravocinik metallurga po țvetnîm metallam.
Proizvodstvo glinozema (Îndrumător pentru metalurgia neferoasă. Fabricarea aluminei)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1970, 320 pag.
Biblioteca Centrală de Stat

CZ 669.2/.8
TGL—Taschenbuch NE-Metalle Band II — Leichtmetalle und Leichtmetalleginerung (Culegere de standarde, metale neferoare. Vol. II-Metale și aliaje de metale ușoare)
Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1970, 364 pag. (3894)
Biblioteca C.D.P.T. — M.I.M.

CZ 669.2/.8
Taschenbuch. Ne-Metalle. Band III. Edelmetalle, Blei, Zink, Zinn und sonstige Schwermetalle. Werkstoffe und Halbzeug (Culegere de standarde pentru metale neferoase. Vol. III. Metale nobile, plumb-zinc, staniu și alte metale grele. Materiale și semifabricate)
Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1970, 340 pag.
Biblioteca Centrală de Stat

Începuturile producției de fontă la Hunedoara (II)

Chim. N. Chindler și ing. S. Popa
Combinatul siderurgic—Hunedoara

CZ 669.162.275.12

Furnalul nr. 4. Producția cumulată a celor trei furnale din Hunedoara și a furnalului din Govăjdie însuma în anul 1893 circa 50 000 t fontă. Cu toate acestea uzina nu putea satisface necesitățile oțelăriilor monarhiei, obligate să importe cantități însemnate de fontă. În consecință, forul tutelar (Ministerul de Finanțe) hotărăște construirea unui nou furnal, la Govăjdie, în aval de furnalul existent, pe locul atelierului de extras și prelucrat fier demolat de la Limpertul Vechi [1]. Considerentele care au determinat acest amplasament au fost de ordin economic, legate de apropierea zăcămintelor de minereuri de la Ghelar, care puteau fi aduse la locul de consum cu cheltuieli minime, prin prelungirea cu 400—500 m a liniei de cale ferată existente, precum și de posibilitatea utilizării unei surse sigure de apă — pîrîul Govăjdiei—ca sursă de energie, cît și pentru scopuri tehnologice. S-a renunțat totuși la această variantă, ținîndu-se seamă de dificultățile ce se prevedeau în aprovizionarea cu mangal a celor două furnale și, în final, s-a hotărît construirea celui de-al patrulea furnal tot la Hunedoara, proiectat însă pentru funcționare cu cocs.

În vederea studierii funcționării furnalelor alimentate cu cocs, a ascensoarelor de materiale, a mecanismului suflantelor moderne și a evacuării zgurei, unul din inginerii cei mai competenți ai uzinei este trimis într-o călătorie de studii la Witkowiz, Schwedrat și în Westfalia.

La întoarcere acesta a întocmit proiectele noului furnal cît și devizele, cuprinzînd pe lîngă sumele necesare construcției (480 000 coroane) și cele afectate măririi capacității de producție a minei Ghelar (264 000 coroane) și dublării liniei de funicular Ghelar-Hunedoara (66 677 coroane).

Noul furnal avea un volum util de 288 m³, șase guri de vînt, cu un diametru de 130—150 mm, și următoarele caracteristici dimensionale: diametrul creuzetului, 2,50 m; diametrul pîntecelui, 5,56 m; diametrul gîtului, 4,04 m; înălțimea totală, 20 m; înălțimea utilă, 17,726 m; înălțimea creuzetului, 2,00 m; înălțimea etalajului, 4,54 m; înălțimea cuvei, 11,136 m; unghiul cuvei, 71°.

Gîtul era de tip închis, cu un dispozitiv central de captare a gazelor; fundația era consolidată cu stîlpi, iar etalajul era căptușit cu un singur rînd de cărămizi. Creuzetul și vatra cu blindaj continuu erau răcite la exterior cu apă. Platforma de încărcare era montată pe stîlpi metalici [2].

Furnalul era proiectat pentru o producție zilnică de 100 t fontă (cca. 35 000 t/an). Deoarece înălțimea noului furnal depășea cu 3,326 m înălțimea furnalelor existente și alimentarea nu se mai putea face la nivelul gurilor de încărcare ale acestora, a fost necesară construirea, la nivelul inferior, a unor depozite de minereu și cocs și a unui nou ascensor de materiale pentru alimentarea sa.

Ascensorul era acționat de o mașină cu aburi dublă, avînd diametrul cilindrilor de 260 mm și o cursă a pistonului de 500 mm și două cabine de transport, cu mișcare în sens invers.

Pentru alimentarea cu aer suflat, firma Lang din Budapesta a proiectat și construit o suflantă cu capacitate de aspirație de 11 m³ aer pe secundă, pe care îl comprima la o presiune de 300—350 mm Hg. Deoarece turația proiectată de 40—50 ture pe minut putea fi ușor mărită la 60 ture, cantitatea de aer suflat s-a dovedit suficientă pentru alimentarea celor patru furnale existente. Suflanta era acționată de o mașină cu aburi de tip Compound de 400 CP, care s-a montat în sala de mașini existentă. Pentru montarea celor patru cazane generatoare de aburi tip Eisele, necesare acționării mașinii, s-a impus construirea unei noi case a cazanelor. Pentru preîncălzirea aerului s-au construit trei preîncălzitoare de tip Whitwell, avînd fiecare o suprafață de 1 167 m².

Coșul pentru tiraj, care deservea în comun cele trei preîncălzitoare, s-a comandat la Reșița. Construit din tablă de fier avea înălțimea de 60 m și diametrul superior de 1 860 mm. Grosimea tablei la bază era de 10 mm, iar la partea superioară, de 3 mm. Cărămida refractară necesară căptușirii furnalului și a conductelor de aer cald s-a cumpărat de la Zliv (Cehoslovacia de azi).

Furnalul a fost pus în funcțiune la 4 august 1895 și a atins producția de fontă proiectată de 109 t pe zi încă din primele zile ale lunii septembrie. Drept combustibil se utiliza cocs importat din Silezia, avînd 7,5—8,7 % cenușe și sulful cuprins între 0,79 și 0,82 %.

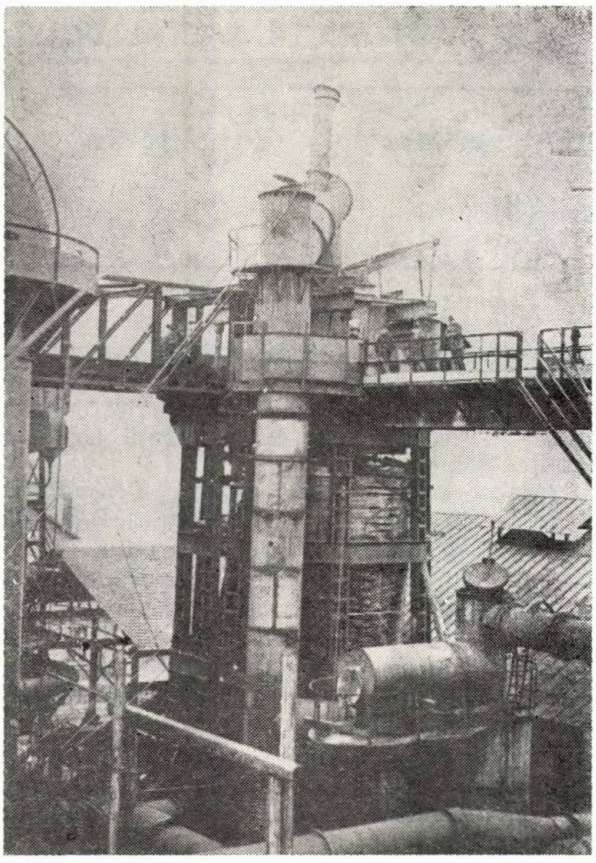


Fig. 1. Furnalul nr. 4, după avarie.

După o campanie depășind 10 ani, la 10 ianuarie 1906 căptușeala refractară a cuvei s-a prăbușit la circa 1/3 din înălțimea măsurată de la pîntece ; ca urmare, partea superioară a cuvei s-a desprins de cilindrul gîtului, înclinîndu-se spre sud (fig. 1) către furnalul nr. 3. Avînd alimentarea cu aer și conducta de gaz comună cu furnalul nr. 5, ambele furnale s-au oprit, în primă fază executîndu-se operațiile necesare pentru alimentarea separată cu aer și debitarea gazului direct spre spălătoarele de gaz de la furnalul nr. 5. În vederea opririi raționale a furnalului nr. 4, pentru a împiedica prăbușirea completă a căptușelii cuvei, scheletul metalic s-a consolidat cu lanțuri, răcindu-se puternic cu apă porțiunea avariată și cele învecinate, iar apoi a început încărcarea cu calcar și cocs, menținîndu-se furnalul în funcțiune pînă la 12 ianuarie.

Cu ocazia demolării, sub orificiul de evacuare a fontei, s-a găsit un urs de fontă de circa 50 t cu un diametru de 3,40 m și o grosime de 1,10 m, ce pătrundea adînc sub nivelul căptușelii refractare a vetrei.

Deoarece nu s-a reușit spargerea lui nici cu dinamită, iar datorită dimensiunilor mari nu putea fi scos fără afectarea stîlpilor de susținere, a fost îngropat la baza furnalului, sub nivelul inferior al fundației care s-a construit peste el.

Construirea cauperelor. Exploatarea rațională a furnalelor reclama preîncălzirea aerului la 600—700°C, temperatură pe care preîncălzitoarele existente de tip Whitwell nu o puteau asigura. În consecință, s-a hotărît trecerea integrală la încălzirea aerului în preîncălzitoare de tip cauper.

Primele două caupere s-au construit pentru furnalul nr. 4, fiecare avînd o înălțime de 25 m și diametrul de 6 m. Construcția metalică, în greutate de 54,5 t, s-a comandat la uzinele de fier din Zolyombrezo, iar cărămizile de șamotă, la fabrica Westböhmische Caolin und Chamotewerke din Oberbris. Fiecare cauper conținea 704,7 m^3 zidărie refractară și avea cîte un coș de tiraj propriu, înalt de 50 m, căptușit cu cărămidă refractară de 10 cm grosime pînă la 27 de metri de la bază și avînd diametrul interior la bază de 1,80 m, iar la partea superioară, de 1,20 m. Cel de-al treilea cauper de la furnalul nr. 4 s-a construit ulterior (1902). Punerea lor în funcțiune s-a făcut la 25 iunie 1902.

Furnalul nr. 5. Deși în anul 1900 producția de fontă a uzinelor din Hunedoara atingea un maxim de 80 000 t, cererea de fontă devenind din ce în ce mai susținută, se hotărăște în anul 1900 construirea celui de-al cincilea furnal. Lucrările au început în noiembrie 1901, la o distanță de 30 m de furnalul nr. 4. Avînd profil identic cu furnalul nr. 4 și trei preîncălzitoare cauper identice, furnalul a fost dat în producție la 26 iulie 1902.

Pornirea furnalului nr. 5 s-a făcut cu multe dificultăți. Uscarea furnalului a început la 20 iunie, iar încărcarea pentru pornire, la 30 iunie. În ziua de 2 iulie s-au introdus primele încărcături cu minereu, compuse din 2,1 t minereu cu fondant și 2,4 t cocs. La 7 iulie, cînd a început suflarea aerului, încărcătura era formată din 3,6 t minereu cu fondant și 2,4 t cocs. În aceeași zi, spre ora 22, conul interior care funcționa bine în timpul probelor și a încărcării s-a defectat. S-a hotărît ca pe pîrghia de acționare a conului să se aplice o contragreutate mai mare, în care scop, spre miezul nopții, s-a oprit suflarea de aer. La 8 iulie, în jur de ora 10, în timpul aplicării contragreutăților, cu toate că orificiile gurilor de vînt erau astupate cu argilă, s-a produs o explozie de proporții mici, avînd ca efect o ușoară deplasare a conductelor de gaz, cît și deteriorarea conductelor de alimentare cu apă a închizătorului hidraulic.

Pentru a preîntîmpina o nouă explozie s-au deschis toate ventilele exterioare ale aparatului de închidere, de asemenea ventilul superior al dispozitivului central de captare a gazelor, cît și ventilele inferioare de curățare ale conductelor spre instalația de spălare a gazului. Dintre ventilele instalației de spălare a gazului, unul s-a deschis încă în timpul exploziei, fixîndu-se apoi în această poziție, ca și restul de ventile.

În timp ce se continua acțiunea de aplicare a contragreutăților, s-au trimis doi lăcătuși pe instalația de spălare a gazului pentru repararea conductei și a pulverizatorului de apă deteriorate cu ocazia exploziei. La ora 1,45 s-a produs o nouă explozie, de această dată extrem de violentă, unul din lăcătușii aflați pe epurator a fiind azvîrlit la peste 45 m înălțime, între coșurile cauperelor , iar celălat fiind proiectat pe podul de alimentare al furnalului nr. 5, prăbușindu-se apoi în bazinul de apă al spălătorului de gaz. Ambii au decedat. Deși ventilele erau deschise în epurator a pătruns gaz de furnal făcînd amestec exploziv cu aerul, care se presupune că s-a aprins de la o țigară sau chibrit aruncat de una din victime. Ca urmare a exploziei, spălătorul de gaz a fost complet distrus, bazinul său de apă a fost deformat, conducta de gaz ce lega furnalul cu spălătorul de gaz s-a rupt, prăbușindu-se, ca și conducta de gaz ce alimenta cazanele cu aburi, iar ventilul ei de siguranță a fost azvîrlit. Partea superioară a celor patru camere spălătoare de gaz s-a distrus în întregime, ca dovadă că gazul exploziv se afla aici. După explozie, îndepărtîndu-se dărîmăturile și reparîndu-se conductele, totodată renunțîndu-se la epuratorul complet distrus, a fost posibilă pornirea, de astă dată fără dificultăți, a furnalului.

O avarie mai gravă, urmată de un accident colectiv, a avut loc la acest furnal la 22 decembrie 1902. Între orele 18—19 s-a produs o cădere masivă de încărcătură, urmată de o explozie. Prin conducta verticală a dispozitivului de captare a gazelor, prevăzută cu ventil de siguranță, s-a proiectat o adevărată ploaie de material incandescent, care a căzut pe platforma de încărcare, aprinzînd gazul de furnal și provocînd arsuri grave la șapte muncitori, dintre care trei au decedat. În urma acestui accident s-a creat o psihoză de panică între muncitori, care nu mai îndrăzneau să se apropie de furnal. Nemaifiind personal de deservire, furnalul s-a răcit în așa măsură, încît a intervenit primejdia înghețării lui. Deși a doua zi furnalul a fost repus în funcțiune, el se răcise atît de mult, încît abia după două săptămîni a fost readus la funcționare normală.

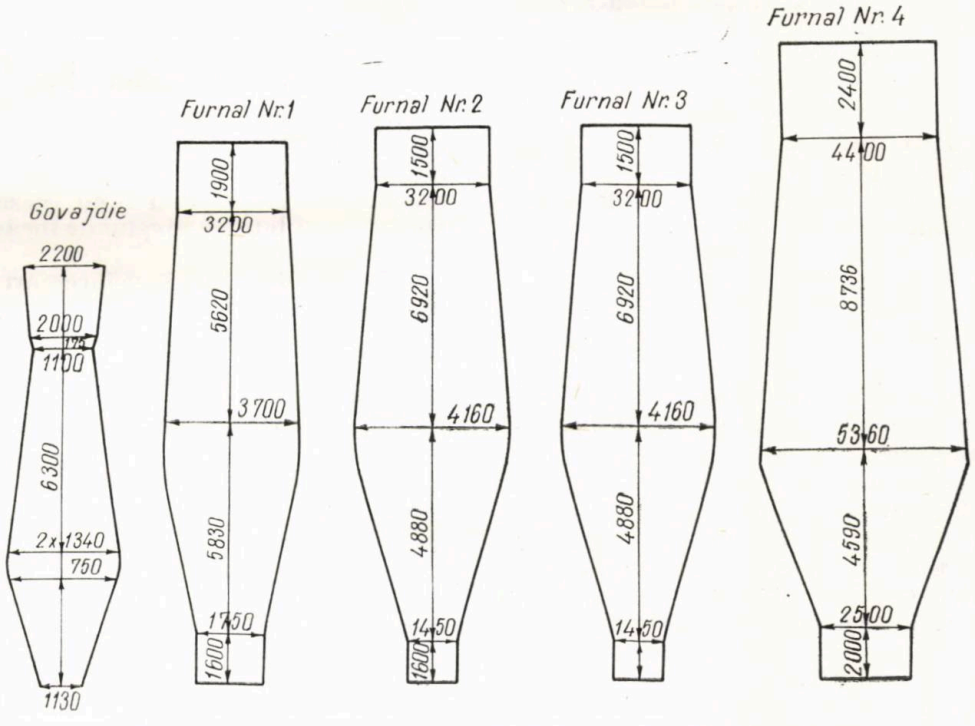


Fig. 2. Profilul furnalului de la Govăjdie și a furnalelor hunedorene.

În figura 2 sînt redate profilele inițiale ale furnalelor hunedorene [3].

Prăjirea minereului. Construirea prăjitoarelor de minereu la Hunedoara a fost determinată de următoarele considerente :

Prin dezvoltarea la Ghelar a mineritului în subteran, produsul principal al minei a devenit siderita, pentru prăjirea căreia prăjitoarele de la Govăjdie nu aveau capacitate suficientă. În plus la o producție a minei Ghelar de 200 000—250 000 t minereu, separarea sterilului prin claubare fiind dificilă la mină, s-a considerat mai avantajos ca această separare să se facă prin claubare după prăjire. Se prevedea și o prăjire a limonitelor, pentru îndepărtarea apei de constituție în afara furnalului. Primele două prăjitoare s-au construit cu forțe proprii, pe dealul aflat în dosul casei vechi a cazanelor și a casei mașinilor, între silozurile de mangal și depozitul de minereu. O derivație a liniei de

funicular permitea descărcarea minereului destinat prăjirii direct la nivelul gurii cuptorului. Drept combustibil se utiliza praful de mangal și mangalul mărunt, rezultat de la ciuruirea acestuia la furnale. Cuptoarele au fost prevăzute și cu arzătoare de gaz de furnal, alimentate din conducta de gaz a cazanelor.

În anul 1898, lîngă prăjitoarele existente, s-au mai construit două prăjitoare de minereu.

Trecerea la transportul minereului pe calea ferată îngustă Retișoara — Hunedoara a determinat construirea unei noi baterii de prăjitoare pe noul teren de încărcare a furnalelor, lîngă silozurile de materii prime.

În primul rînd s-au reconstruit aici cele patru prăjitoare existente, de așa manieră, încît minereul prăjit se scotea pe o platformă aflată la nivel cu 1,25 m mai sus decît nivelul gurii de încărcare a furnalului nr. 4, de unde cu lopețile se putea încărca în vagonetii de alimentare a furnalului.

Ținînd seamă că din ciuruirea manganului și a cocsului rezultau anual cantități importante de fracțiuni mărunte, neutilizabile în furnale (cca. 100 000 hl. mangal mărunt și praf și cca. 800 t cocs mărunt), cantități suficiente pentru alimentarea cu combustibil a 18 prăjitoare pe timp de un an, s-a hotărît extinderea bateriei existente de prăjitoare, construindu-se, de asemenea, cu forțe proprii, încă opt cuptoare, care s-au terminat și dat în producție în anul 1902.

Pentru ca procesul de prăjire să decurgă în mod normal și pe timp de iarnă și în perioadele cu ploi, s-a acoperit întreaga baterie, lăsîndu-se însă liberi pereții laterali pentru îndepărtarea gazelor de la prăjire (fig. 3). Mantaua prăjitoarelor era prinsă prin nituire de longeroanele de susținere. Înălțimea totală a mantalei era de 4,475 m, din care partea superioară cilindrică avea 3,630 m, iar partea de jos, în formă de trunchi de con, 0,845 m. Diametrul părții cilindrice era de 3,320 m, iar a părții inferioare a trunchiului de con, de 2,83 m. Erau căptușite cu cărămidă refractară de 160 mm grosime. O conductă de gaz permitea alimentarea, în caz de nevoie, a cuptoarelor cu gaz de furnal. Capacitatea de primire a unui prăjitor era de 75 t minereu, iar producția zilnică, de 10—12 t minereu prăjit.

Pierderea de greutate la prăjire era de circa 12 %, la limonite, și 25 %, la siderită.

În vederea creșterii în continuare a capacității de prăjire s-au pus la dispoziția uzinei 271 658 coroane, pentru construirea, în perioada 1904—1906, a 36 prăjitoare noi, identice cu cele existente, prevăzute toate cu arzătoare pentru gaz și conductă de alimentare cu gaz de furnal. Se preconiza alimentarea lor cu minereu cu ajutorul vagoanelor de cale ferată îngustă, sosite direct de la Ghelar, autodescărcătoare, linia ferată de alimentare cu minereu fiind așezată la o înălțime de 2 m față de nivelul de încărcare a prăjitoarelor.

În anul 1905 s-au făcut încercări de brichetare a minereurilor mărunte, în scopul valorificării lor în furnale, care însă nu au dau rezultate.

Epurarea gazului de furnal. Necesitatea epurării gazului de furnal s-a ivit în momentul trecerii la preîncălzirea aerului în caupere. În acest scop inițial s-au construit patru scrubere, două mici și două mari avînd dimensiunile arătate în tabela 1.

Tabela 1

	Scrubere mici, m	Scrubere mari, m
Lungimea	2,25	2,45
Lățimea	2,25	2,45
Înălțimea	5,20	5,70

Grosimea plăcilor de tablă era de 6—10 mm. Scruberele erau prevăzute cu cîte un jgheab pentru captarea apei, lat de 550 mm, lung de 1,50, respectiv de 1,80 m, și înalt de 750 mm, construit din tablă groasă de fier. Dispuneau de două plăci perforate, plasate una deasupra celeilalte, pentru montarea grătarelor din scînduri, de două distribuitoare de apă ce alimentau fiecare cîte patru pulverizatoare de tip Körting și de o vană regulatoare. Erau proiectate pentru epurarea a 3 600 m^3 gaz de furnal pe oră. Ridicarea

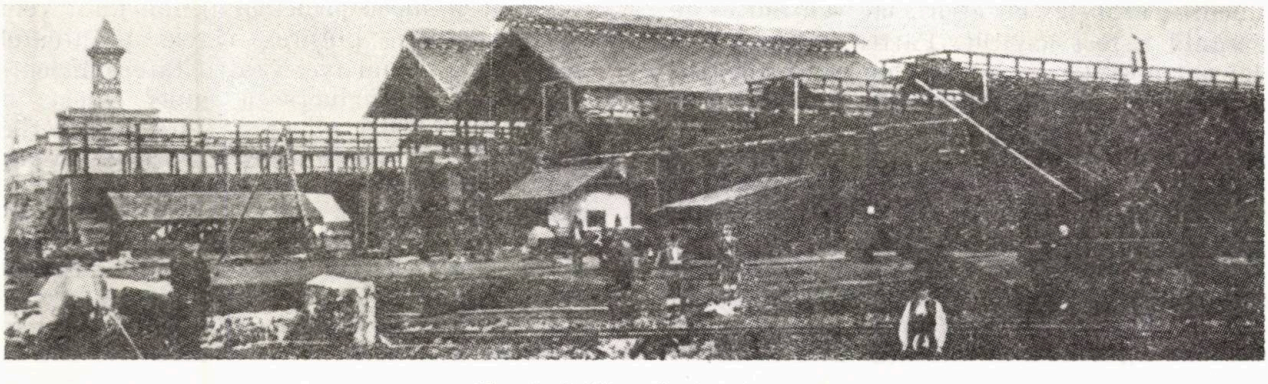


Fig. 3. Prăjitoarele de minereu.

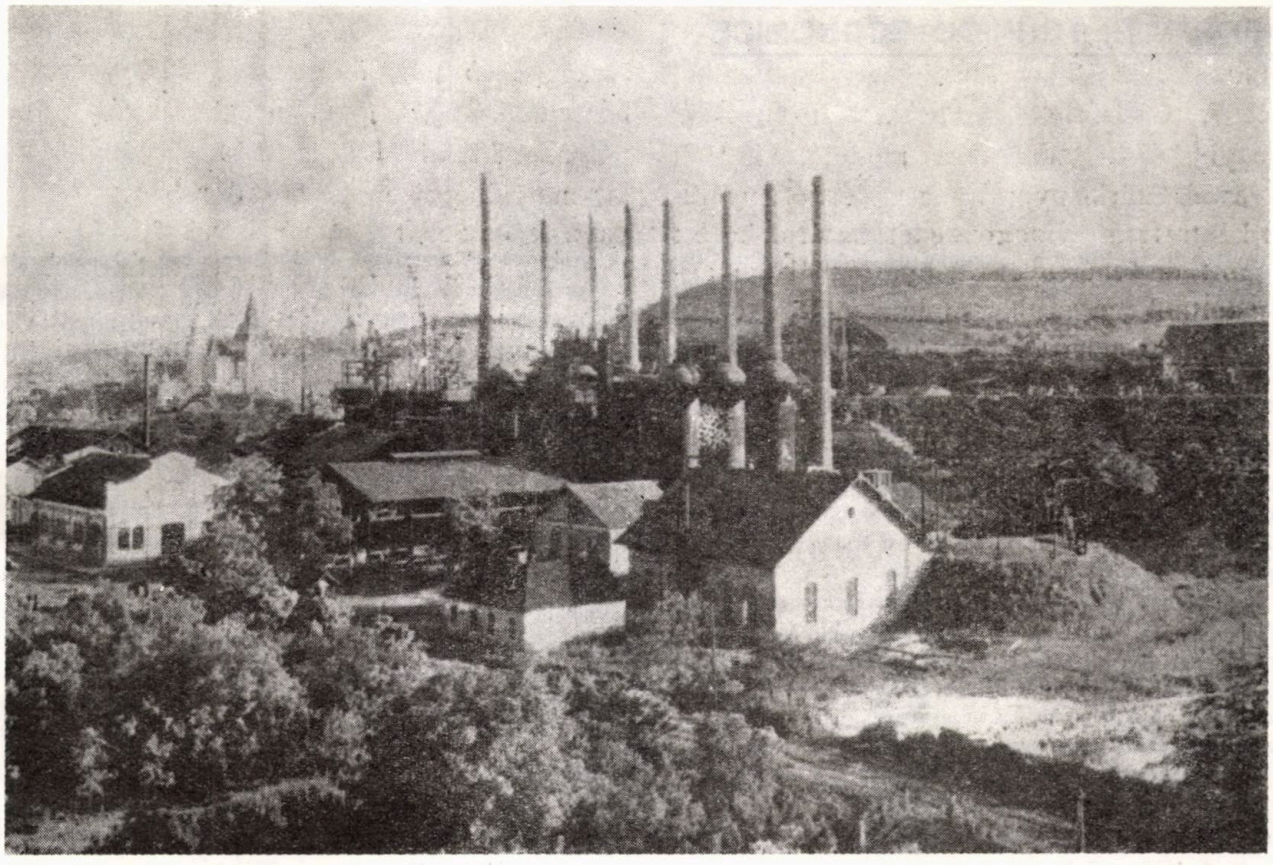


Fig. 4. Secţia de furnale (1905).

presiunii gazului se făcea cu ajutorul a două ventilatoare, acţionate de motoare electrice trifazice de 16 HP, alimentate la o tensiune de 300 V; realizînd 310 ture pe minut, ele debitau 4 500 Nm^3 gaz/h, la o presiune de 150 mm H_2O.

Necesarul de apă pentru ventilatoare şi scrubere era de 80 m^3/h, la o presiune de 1,5 atm, şi se asigura fie prin recircularea apei de răcire a furnalelor, fie din conducta de apă Zlaşti.

Pentru funcţionarea în condiţii de siguranţă a instalaţiei de gaz s-a construit un gazometru, capabil să înmagazineze pînă la 900 m^3 gaz de furnal, la o presiune de 65—70 mm H_2O. Deoarece scruberele nu asigurau gradul de puritate necesar utilizării gazului de furnal în caupere s-a hotărît achiziţionarea unui epurator de tip Theissen, care s-a montat şi s-a pus în funcţiune în ianuarie 1906, obţinîndu-se astfel gaz de furnal epurat, avînd între 0,005 şi 0,01 g praf la m^3.

Rezolvarea problemelor legate de epurarea gazelor de furnal a constituit, în acea vreme, o realizare tehnică deosebită pentru industria siderurgică hunedoreană.

Cu aceste lucrări investiţiile în domeniul producţiei de fontă la Hunedoara se pot considera încheiate atît pentru perioada regimului austro-ungar, cît şi pentru perioada administrării uzinelor de către statul burghez român (fig 4).

BIBLIOGRAFIE

[1] Chindler N. şi Popa S. *Contribuţii la istoria metalurgiei feroase în împrejurimile Hunedoarei (II).* Metalurgia , 21 (1969), nr. 9, p. 48.

[2] Latinak Gy. *Vasolvasztomü vajdahunyadon* (*Instalaţii de furnale la Hunedoara*). Banyaszati és Kohászati lapok, 39 (1906), nr. 15, p. 148—172.

[3] Latinak Gy. *Az ötödik Nagyolvasztó* (*Furnalul nr. 5*). Bányászati és Kohászati lapok, 39, nr. 16, 1906, p. 203—242.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

Punerea în funcţiune a furnalului nr. 1 de la uzina Oita a societăţii japoneze Nippon Steel Corporation. La 19 aprilie 1972 a fost dat în funcţiune furnalul nr. 1 la uzina din Oita; producţia zilnică prevăzută a acestui furnal este de 10 mii t.

Noul furnal, avînd volumul interior de 4 158 m^3 şi diametrul de 14 m, cuprinde patru guri de evacuare, două guri de zgură şi 38 guri de vînt.

În cursul funcţionării, presiunea maximă la partea superioară va fi de 2,5 kg/cm^2 şi temperatura maximă a aerului cald, provenind de la cauperele cu ardere externă, va fi de 1 250°C. Răcirea pereţilor furnalului va fi asigurată de un sistem de răcire cu duze de evaporare.

Alte instalaţii în funcţiune la uzina din Oita: instalaţia de aglomerare prin fritare nr. 1, avînd o capacitate zilnică de 13 mii t; două convertizoare cu oxigen, bazice, de 300 t; trei instalaţii de turnare continuă cu două fire; laminorul continuu la cald de 88 in. La această uzină sînt utilizate la maximum ordinatoarele în toate stadiile de producţie. Este de subliniat că toate instalaţiile sînt prevăzute cu echipamente de evitare a riscurilor de poluare.

(La Métallurgie et la Construction Mécanique, vol.104, nr. 7—8, 1972, p. 301)

Noi procedee americane de fabricare a cocsului metalurgic. Firma americană Pittsburg & Midway Coal Mining Co (filială a Gulf Oil Corporation) a pus la punct un nou procedeu de fabricare a cărbunelui rafinat de calitate metalurgică cu conţinut redus de sulf prin pulverizarea cărbunelui brut, amestecarea cu un solvent derivat din cărbune, pomparea „noroiului" cu hidrogen printr-un preîncălzitor la o instalaţie de dizolvare cu înaltă presiune, temperatură înaltă, distilare instantanee sub vid şi producerea unui lichid utilizabil direct sau solidificabil sub formă de pelete transportabile.

La Bakersfield (California) Republic Carbon Products, filială a American Metal Climax, se produce un cocs de petrol cu conţinut ridicat de carbon (peste 98 %) pentru turnătorie care permite mărirea pînă la 12 % a conţinutului de carbon din fontă, mărirea cu 25 % a vitezei de topire şi reducerea în proporţii considerabile a consumului de cocs şi a uzurii căptuşelii cubiloului.

(La Métallurgie et la Construction Mécanique, vol. 104 nr. 7—8, 1972, p.298)

Siderurgia Norvegiei. Consumul aparent de oţel al Norvegiei (inclusiv ţevi şi trefilate), exprimat în lingou, a fost de circa 1,4 mil. t/an în perioada 1965—1968 (370—380 kg/locuitor) ajungînd la 1,664 mil. t în 1969 (432 kg/locuitor) şi 1,924 mil. t în 1970 (495 kg/locuitor).

Producţia de oţel este însă mult mai mică: 686 000 t în 1965 şi 870 000 t în 1970 (tabela 1). Pentru acoperirea deficitului se importă cantităţi importante de laminate finite şi semifabricate din oţel: 836 000 t în 1966, 977 000 t în 1969 şi 1 140 000 t în 1970 (tabela 2). Cu toate acestea, Norvegia exportă unele cantităţi de produse din oţel, mai ales semifabricate (tabela 3). În privinţa fontelor şi feroaliajelor exportul depăşeşte sensibil importurile (tabelele 2 şi 3).

Norvegia importă în special din ţările membre ale C.E.C.O., precum şi din Suedia şi Anglia, iar în ultimii ani şi din Japonia (tabela 4). Exportul său este îndreptat spre R.F.a Germaniei, Anglia, Olanda etc. (tabela 5).

În ce priveşte asigurarea materiilor prime se menţionează că pînă în 1964 în Norvegia nu s-a produs cocs, întregul necesar fiind acoperit din import. În 1964 s-a pus în funcţiune la uzina Mo—I — Rana o cocserie cu o capacitate finală de 500 000 t/an, care prelucrează cărbuni din minele de la Spitzberg, diminuîndu-se astfel corespunzător importul. În ceea ce priveşte minereurile de fier, livrate sub formă de concentrate, Norvegia, pe lîngă acoperirea consumului intern, are şi disponibilităţi pentru export: în 1970, dintr-o producţie de 3,9 mil. t concentrate, aproape 3 mil. t au fost exportate.

Tabela 1

Producţia de produse, mii t	1967	1968	1969	1970
Fontă electrică	664	680	684	678
Feroaliaje (din cuptoare electrice)	640	714	653	571
Oţel brut total, din care:	790	824	854	870
— oţel electric	418	440	462	479
— oţel LD	372	384	392	391
Produse laminate la cald, din care:	614,4	646,6	607,1	616,8
— semifabricate livrate ca atare	227,0	236,4	215,0	190,3
— material de cale	4,8	4,7	4,0	1,6
— laminate grele	74,0	66,4	86,1	105,6
— bare şi profile uşoare	230,1	267,3	255,5	266,5
— sîrmă laminată	78,4	71,9	46,5	52,8
Alte produse:				
— tablă subţire laminată la rece	9,1	6,0	5,3	6,6
— tablă cositorită	37,4	42,6	40,4	45,8
— tablă electrotehnică	12,0	12,3	10,1	11,6

Tabela 2

Importul de produse siderurgice, mii t	1967	1968	1969	1970
Fontă	17	18	17	13
Total laminate, țevi și trefilate	902	879	1047	1 223
din care :				
—lingouri și semifabricate				
din acestea :	57	64	74	92
bandă pentru relaminare	(54)	(56)	(66)	(86)
— bare și profile grele	80	81	108	113
— bare și profile ușoare	108	102	112	129
— tablă groasă peste 4,75 mm	297	289	349	466
— tablă mijlocie de 3 la 4,75 mm	16	18	22	20
— tablă subțire sub 3 mm	136	129	158	145
— benzi	73	67	76	86
— tablă cositorită	16	11	12	10
— material de cale	7	6	11	14
— sîrmă laminată	47	48	54	65
— trefilate	9	9	10	11
— țevi și racorduri	52	51	59	71
— roți, osii, bandaje	4	3	2	2
— piese turnate	—	—	1	1

Tabela 3

Exportul de produse siderurgice, mii t	1967	1968	1969	1970
Fontă	155	193	181	150
Feroaliaje	533	652	728	535
Produse laminate, țevi, trefilate	454	471	476	471
— lingouri și semifabricate	175	164	174	167
— bare și profile grele	56	44	70	78
— bare și profile ușoare	100	125	101	95
— tablă groasă	11	18	21	26
— tablă subțire	27	27	24	23
— tablă cositorită	26	28	34	32
— sîrmă laminată	31	34	16	14
— trefilate	6	7	8	9
— țevi și racorduri	21	23	23	22

Tabela 4

Țări din care Norvegia importă	mii t					
	1968		1969		1970	
	Laminate	Total produse*)	Laminate	Total produse*)	Laminate	Total produse*)
Țările Benelux	93,6	106,0	136,3	149,7	134,5	155,1
Franța	80,7	84,3	104,4	108,1	88,7	90,8
R.F. a Germaniei	164,5	190,6	184,5	210,9	209,8	245,1
Italia	—	—	1,2	1,6	1,2	2,9
Olanda	96,2	97,1	83,7	85,3	94,4	96,2
Total C.E.C.O.	435,0	478,1	510,1	555,6	528,7	590,1
Suedia	103,2	122,1	131,2	152,6	121,3	143,7
Anglia	112,6	125,7	142,3	156,3	149,1	183,5
Japonia	0,3	0,3	27,9	31,9	84,6	94,7
S.U.A.	2,5	3,1	12,6	13,3	18,3	20,3

*) Inclusiv țevi, trefilate, piese turnate și forjate.

În ceea ce privește producția, este de menționat că siderurgia nu posedă furnale clasice, întreaga producție de fontă realizîndu-se în cuptoare electrice. De asemenea, nu posedă cuptoare Martin, peste 50% din producția de oțel realizîndu-se în cuptoare electrice și restul în convertizoare LD. Se laminează numai semifabricate și profile și cantități mici de produse plate, deoarece Norvegia nu posedă laminoare de bandă lată la cald. Cu toate că nu produce, totuși vinde tablă groasă laminată în Danemarca din sleburi produse în Norvegia.

Principalele întreprinderi producătoare sînt arătate în continuare :

— Societatea A/S Norsk Iernverk (societate de stat) exploatează uzina integrată de la Mo—I—Rana și laminoarele de la Bergen. Uzina de la Mo—I—Rana produce circa 750 000 t fontă din furnale electrice și 700 000 t oțel LD și electric. Dispune de un blumingslebing, o linie de țagle și profile grele (450 000 t /an), o linie Morgan cu 25 caje pentru bare și sîrmă laminată (240 000 t/an). Fiind amplasată dincolo de cercul polar la mari depărtări de centrele de consum ale Norvegiei, o bună parte a producției se exportă în Danemarca și Anglia.

Pentru anii 1975—1980 se prevede majorarea producției de oțel a acestei uzine pînă la 1,2 mil. t și specializarea în profile pentru construcții navale.

Laminoarele de la Bergen dispun de un tren Sendsimir, linii de cositorire și instalații de decapare. Aici se produce și tablă electrotehnică fără siliciu, după licența societății americane Iones and Laughlin.

— Societatea Christiana Spigerwerk A/S, împreună cu filialele sale din Oslo, Nydalen etc. are un profil foarte eterogen : pe lîngă produse siderurgice are mine de minereu de fier, fabrică de șuruburi, fabrică de cutii de conserve, cabluri, fibre de sticlă etc. În domeniul siderurgiei produce circa 90 000 t/an fonte, mai ales fonte speciale cu vanadiu sau titan și 30 000 t/an ferosiliciu. Uzina din Nydalen posedă o oțelărie electrică de 160 000 t capacitate/an, linii de țagle, bare și sîrmă laminate și ateliere de trefilare. În 1970 s-a pus în funcțiune aici o instalație de turnare continuă pentru țagle, cu 4 fire.

Societatea urmărește să se introducă cît mai solid pe piața engleză, unde exportă și în prezent. Pe această linie intenționează să construiască o miniuzină în Anglia.

— Stavanger Electro—Staalwerk are o capacitate de 40 000 t/an oțeluri speciale, în principal, inoxidabile și refractare. Dispune de o instalație de turnare continuă, linii de laminare pentru profile, ateliere de forjă și turnătorii. Este singura uzină din Norvegia care produce oțeluri înalt aliate.

Tabela 5

Țări către care Norvegia exportă	mii t					
	1968		1968		1970	
	Laminate finite și semifabricate	Fontă	Laminate finite și semifabricate	Fontă	Laminate finite și semifabricate	Fontă
R.F.a Germaniei	27,9	67,7	31,5	65,6	45,8	57,2
Țările Benelux	2,2	21,5	15,3	37,0	1,1	27,3
Franța	17,4	9,2	25,8	11,1	28,9	9,2
Olanda	55,6	18,5	58,1	24,9	82,4	24,6
Italia	0,3	8,5	0,1	9,3	5,5	9,2
Anglia (mii t lungi)	147,8	64,7	134,2	100,9	79,8	74,8

(*Revue de Métallurgie, nr. 4, 1972, p. 93E—99 E*)

La Fos-sur-Mer, un nou combinat siderurgic francez

Lucrările pentru cel de-al 6-lea plan cincinal al Franței au scos în evidență faptul că necesarul ridicat de oțel la nivelul anului 1975 pe lîngă dezvoltarea actualelor întreprinderi va reclama construirea unui nou combinat siderurgic (tabela 1). Repartizarea teritorială cît mai rațională a industriei siderurgice franceze a dus la necesitatea întăririi acestui sector în sud.

Tabela 1

Producția de oțel pe total și regiuni	Producția în 1969, mil. t	Posibilități maxime de producție în 1970		Creșteri de capacitate pînă în 1975, mil. t	Scoateri din funcțiune pînă în 1975, mil. t	Posibilități maxime de producție în 1975	
		mil. t	%			mil. t	%
Regiuni din est	13,371	15,3	59,3	4,55	3,9	15,95	44,8
Regiuni din nord	6,724	7,6	29,5	6,25	6,25	12,6	35,4
Alte regiuni	2,146	2,9	11,2	4.45	0,3	7,05	19,8
Total	22,511	25,8	100,0	15,25	5,45	35,60	100,0

În noiembrie 1970 s-a înființat o nouă întreprindere „Solmer" (La Societé Lorraine et Méridionale de Laminage Continu) cu scopul de a construi o nouă uzină siderurgică. La început au fost luate în considerare două amplasamente: regiunea Le Hâvre și regiunea Marsilia. În final s-a optat pentru amplasamentul Fos-sur-Mer, la 30 km vest de Marsilia. Cu toate că în primii ani de funcționare uzina va lucra cu minereuri din Lotaringia, totuși s-a ales un amplasament la malul mării deoarece aceste zăcăminte se vor epuiza în 20—30 de ani și în continuare asigurarea materiilor prime va trebui făcută din alte țări. Portul Fos este unul din cele mai mari din Franța, putînd primi vase de 200—250 mii t capacitate și cu posibilități de amenajare pentru vase de 500 000 t. Apropierea Rhonului care poate face legătura spre Nord pînă la Lyon a fost, de asemenea, un important argument pentru alegerea acestui amplasament.

Amplasarea uzinei în vecinătatea Marsiliei se încadrează în proiectul general de transformare a acestei regiuni într-o puternică bază industrială cu legături directe cu o serie de țări africane și cu Orientul Apropiat.

Proiectul prevede, pentru prima etapă de construcție, eșalonat în mai multe faze pe circa 10 ani, o producție finală de 7 mil. t oțel. Prima fază are ca scop realizarea unei producții de oțel de 3 mil. t/an. Pînă la sfîrșitul anului 1974 se vor realiza toate capacitățile necesare obținerii acestei producții, plecînd de la minereu și cărbune pînă la laminatul finit. Eșalonarea intrărilor în funcțiune este inversă fluxului tehnologic; în 1973 urmează să intre în funcțiune laminoarele.

Profilul uzinei va cuprinde produse plate. În Franța în prezent sînt trei laminoare mari de bandă lată laminată la cald. Cele două la Usinor, în Denain, și Sollan, în Serémange, instalate după război, fac parte din prima generație europeană de laminoare continue. Al treilea laminor de bandă, funcționînd din anul 1963 la Combinatul de la Dunkerque, are o capacitate de 4 mil. t. Următorul laminor de bandă la cald se va pune în funcțiune la Fos-sur-Mer și va avea o capacitate de 6 mil. t/an.

Combinatul de la Fos-sur-Mer va fi complet integrat și va avea următoarele secții și agregate mai importante:

Secția de producere a fontei va cuprinde: instalații de descărcare și depozitare pentru minereu și cocs, o cocsărie, o fabrică de aglomerare și două furnale de 2 000 m³ volum util (diametrul creuzetului 10 m). În comparație cu furnalele actuale în construcție în Japonia (de 3 000 — 4 500 m³) acestea se pot considera de capacitate relativ mică; nu s-a putut adopta soluția înlocuirii lor cu un singur furnal de mare capacitate din motive de sincronizare a mersului lor cu funcționarea oțelăriei. Pentru extinderea secției s-a lăsat loc pentru un al treilea furnal de capacitate dublă față de primele două.

Oțelăria în prima fază va cuprinde două convertizoare LD de 280 t și, în a doua fază, al treilea convertizor de aceeași capacitate. Oțelul obținut va fi turnat în parte în lingouri, care se vor lamina la un slebing universal prevăzut pentru a prelucra și oțelurile inoxidabile obținute de la o uzină a firmei Uzine — Kuhlmann, amplasată în apropiere. O altă parte a oțelului se va turna la instalațiile de turnare continuă pentru brame.

Secția de laminoare va cuprinde o linie de bandă lată laminată la cald care va prelucra la început întreaga cantitate de oțel și a cărei capacitate va ajunge treptat la 6 mil. t/an. Avînd lățimea tăbliei de 2 200 mm va produce benzi cu lățimea de 900 la 2 100 mm. Grosimea benzii va fi de 1 la 12 mm la început apoi și mai mare. Linia va putea produce rulouri pînă la 38 t greutate. Se va da o deosebită importanță ajustajului care va cuprinde: foarfeci, instalații de decaparare, cîntărire, control etc. Nu s-a prevăzut în prima etapă de construcție completarea secției de laminoare și cu o linie de laminare la rece. Se intenționează însă construirea unui laminor de tablă groasă, care va intra în funcțiune probabil la sfîrșitul primei etape de construcție. Laminoarele (slebingul și laminorul de bandă la cald) vor intra în funcțiune în iulie 1973, iar cele două furnale, cocsăria și oțelăria, la începutul anului 1974. A doua fază de construcție a combinatului de la Fos-sur-Mer se va realiza între 1975 și 1980.

(*Stahl und Eisen, nr. 8, 1972, p. 368—371*)

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. et *Gufu M.*, p. 1—6 CD 622.782

La commande complexe de l'installation d'agglomération en vue d'obtenir la production maxima

On établit, dans cet ouvrage, un modèle mathématique pour élever au maximum la production horaire de bon agglomérat, par l'optimisation de la vitesse d'agglomération et de la circulation du matériel de petite granulation.

On détermine, par voie théorique, les équations du modèle qui sont ensuite adaptées pour l'installation d'agglomération du Combinat sidérurgique de Galatzi, dont les paramètres ont été déterminés et calculés statistiquement au cours d'une période de 50 jours.

Lés équations du modèle permettent de calculer, dans chaque régime stationnaire, la corection de la vitesse, ce qui est nécessaire pour que la longueur du front longitudinal d'agglomération coïncide avec la longueur utile de la machine ainsi que la correction de la teneur en carbone dans la charge, nécessaire pour maintenir l'équilibre de matérial de petite granulation.

On présente, à la fin, un schéma de principe pour la commande de l'installation d'agglomération, basée sur le modèle élaboré.

Hălărăscu Ov. et *Dian L.*, p. 7—10 CD 622.788 :662.6

Expérimentations pour la pré-réduction des pellettes à l'aide des combustibles solides

On présente les résultats des recherches effectuées par l'ICEM, concernant la pré-réduction des minérais de fer dans le four rotatif. Les expériences nécessaires ont été faites dans la phase pilote à l'ICEM, en utilisant comme agent réducteur le coke de petite granulation ou bien du charbon PAL. On a obtenu des degrés de pré-réduction compris entre 34,7 et 73,85 %, les pellettes ayant une résistance à la compression de plus de 100 kilos/pellette.

Bender A. et *Erdei I.*, p. 11—13 CD 669.183 :2.669.046.55

L'influence de certains facteurs sur la combustion du manganèse lors de la désoxydation de l'acier dans le four Martin

On a effectué des recherches concernant la combustion du manganèse contenu dans le feromanganèse, lors de la désoxydation dans le four Martin.

La désoxydation a été effectuée dans le four, après une pré-désoxydation avec du ferrosilicium, avec 45 % dans le premier cas, et avec de l'aluminium, dans le second cas. La quantité de ferrosilicium utilisée a été d'environ 2 kg/t et celle d'aluminium, de 200—300 g/t.

On a établi, à l'aide de la méthode graphique de corrélation multiple, dans quelle mesure la combustion du manganèse est influencée par : la teneur en oxygène au-dessus de la concentration d'équilibre au moment de la désoxydation, la teneur en carbone du bain d'acier, au même moment, la durée de la désoxydation et de l'évacuation.

Popescu N., Dumitrescu C. et *Bujoreanu Șt.*, p. 14—18 CD 621.785 :669.14.018.25

Recherches concernant les traitements thermiques applicables à l'acier pour outils VSCW 20

L'ouvrage comprend la caractérisation de l'acier allié pour outils VSCW 20, du point de vue des transformations structurales, à la suite du refroidissement après le forgeage, des traitements thermiques optima (primaire et secondaire) et des propriétés qu'on obtient selon différentes variantes de traitement. Les conclusions sont réellement utiles aux producteurs d'acier (traitement thermique primaire), ainsi qu'aux bénéficiaires (traitement thermique secondaire et recommandations concernant l'utilisation).

Gâdea Suzana, Protopopescu M. et *Dumitrescu C.*, p. 19—22 CD 669.15—194 :620.178.1

Recherches concernant la dureté, aux températures élevées, d'un acier allié Cr-Mo-V

On inscrit les résultats des recherches effectuées sur un acier faiblement allié avec du Cr-Mo-V, utilisé pendent 72 000 heures dans une conduite de vapeurs vives, dans une thermocentrale.

On étudie aussi les conditions d'exploitation de durée, en comparaison avec un acier qui n'est pas soumis à l'utilisation.

Catrinoiu C., p. 23—26 CD 669.14.018.29.13

Aciers-béton périodiques à limite élastique élevée

On présente les résultats de quelques expérimentations à échelle industrielle, pour la fabrication des profils périodiques ayant la limite d'écoulement et d'élasticité élevées.

Șontea S. et *Lupșoiu C.*, p. 27—30 CD 621.74 :001.891

Modèle mathématique pour programmer la production dans les fonderies

On décrit un modèle mathématique, pour programmer et pour mettre en évidence la production, dans une fonderie d'alliages non-ferreux à série moyenne. On présente le schéma logique utilisé, le mode de réorganisation de l'évidence primaire, les équations mathématiques et l'organisation du tableau des données.

La solution pratique du modèle a été faite sur un calculateur numérique, en language Fortran.

Nanu A., Sporea I., Breștin A. et *Gheorghiu Șt.*, p. 31—34 CD 621.747.51

L'influence de l'agent d'insoufflage sur le processus de décochage des formes avec un liant silicate de sodium

Les avantages techniques et économiques obtenus lors du coulage dans des formes temporelles à partir de sables de moulage à silicate de sodium, durcis à l'aide de CO_2, sont diminués à cause du processus de décochage qui est très difficile, ce qui rend impossible l'utilisation de ce procédé pour la confection des noyaux complexes et à parois minces.

On propose le durcissement de ces sables de moulage en employant les gaz d'évacuation. Cette méthode de durcissement, qui entraine une économie de CO_2, a pour suite un décochage plus facile des sables de moulage respectifs, après le coulage avec du métal liquide. Le décochage est facilité par le contenu an humidité plus élevé dans les éprouvettes, par le dépôt des vapeurs condensées qui proviennent des gaz d'évacuation.

Опреску И., Думитрашку Р., Вырколаку И. и *Гуцу М.*, р. 1—6 ДК 662-782

Комплексное управление агломерационной установки для получения максимальной продукции.

В статье показана математическая модель для максимизации часовой продукции годного агломерата путем оптимизации скорости спекания и циркуляции мелочи.

Определяются теоретически уравнения модели, которые затем приводятся к особенностям агломерационной установки в М.К. Галац, параметры которых были определены и обработаны на период 50 дней.

Уравнения модели дают возможность рассчитывать в каждом стационарном режиме поправку на скорость, необходимую для того, чтобы длина продольного фронта спекания совпадала с полезной длиной машины, а также поправку на содержание углерода в шихте, необходимую для сохранения равновесия мелочи.

В итоге представлена принципиальная схема управления агломерационной установки на основе разработанной модели.

Хэтэреску О. и *Диан Л.*, р. 7—10 ДК 622.788:662.6

Испытания по предварительному восстановлению окатышей при помощи твердых топлив.

В статье представляются результаты исследований, проведенных в ИЧЕМ В связи с предварительным восстановлением железных руд во вращающейся печи.

Испытания осуществлялись на экспериментальной установке ИЧЕМ при использовании в качестве восстановителя коксовой мелочи или углей PAL. Полученные степени обработки от 34,7 до 73,85 % при прочности на сжатие окатышей, превышающей 100 кг/окатыш.

Бендер А. и *Ердей И.*, р. 11—13 ДК 669.183.2:669.046.55

Влияние некоторых факторов навыгорание марганца при раскислении стали в матереновской печи.

Проводились исследования выгорания марганца при раскислении стали в мартеновской печи.

Раскисление проводилось в печи после предварительного раскисления 45 %-ным ферросилицием в первом случае и алюминием — во втором. Количество используемого ферросилиция равнялось 2 кг/т, а алюминия — 200—300 г/т.

По графическому способу корреляции было установлено влияние содержания кислорода выше равновесной концентрации в момент раскисления, содержания углерода в стальной ванне в тот же момент, продолжительности раскисления и выпуска из печи, на выгорание марганца.

Попеску Н., Думитреску К. и *Буюсряну Ст.*, р. 14—18 ДК 621.785:669.14.018.25

Исследования, касающиеся термической обработки, применяемой для инструментальной статли VSCW 20.

В статье дается характеристика легированной инструментальной стали VSCW 20 с точки зрения структурных превращений в результате охлаждения после ковки, термических обработок (первичной и вторичной) и свойств, получаемых по различным вариантам обработки. Выводы представляют действительный интерес как для производителей (первичная термообработка), так и для потребителей стали (вторичная термообработка и рекомендации по применению).

Гыдя Сузана, Протопопеску М. и *Думитреску К.*, р. 19—22 ДК 669.15—194:620.178.1

Исследования твердости при повышенных температурах легированной хромомолибденованадиевой стали.

В статье приводятся результаты исследований низколегированной хормомолибденованадиевой стали, использованной в течение 72 000 часов в трубопроводе острого пара в термоцентрали.

Исследованы также условия продолжительной эксплуатации по сравнению с неиспользованной в эксплуатации сталью.

Катриною К., р. 23—26 ДК 669.14.018.291.4

Периодические арматурные стали с высоким пределом упругости.

Даются результаты испытаний в промышленном масштабе для производства периодических профилей с высокими пределами текучести и упругости.

Сонтя С. и *Лупшою К.*, р. 27—30 ДК 621.74:001.891

Математическая модель для программирования производства в литейных цехах.

В статье описывается математическая модель для программирования и учета продукции в среднесерийном литейном цехе цветных сплавов. Представлена применяемая логическая схема, способ реорганизации первичного учета, математические уравнения и организация карты результатов.

Практическое решение модели производилось на цифровой счетной машине на языке Фортран.

Нану А., Споря И., Брештин А. и *Георгиу Шт.*, р. 31—34 ДК 621.747.51

Влияние вдуваемого агента для твердения на процесс выбивки форм на основе силикатонатриевого связующего

Технико-экономические преимущества, полученные при литье в разовые формы из смеси с силикатом натрия, твердеющие при помощи CO_2, уменьшаются из-за очень затрудненного процесса выбивки, из-за чего применение этого метода для производства комплексных и тонкостенных стержней невозможно.

В статье предлагается твердение этих формовочных смесей при помощи горелых газов. Метод твердения, помимо экономии CO_2, приводит к более легкой выбивке этих смесей после заполения жидким металлом. Выбивка облегчается блабодаря более высокому содержанию влаги в пробах после осаждения конденсата паров из горелых газов.

Oprescu I., Dumitraşcu P., Vîrcolacu I. und *Gufu M.*, p. 1—6 DK 622.782

Komplexführung von Agglomerieranlagen zwecks Erzeugung einer maximalen Produktion

Es wird ein mathematisches Modell entwickelt, zwecks Maximisierung der stündlichen Agglomeratptoduktion durch Optimisierung der Agglomeriergeschwindigkeit und des Kleinstofflaufes.

Die Gleichungen des Modells werden theoretisch bestimmt und weiter auf der Agglomerieranlage im Eisenhüttenwerk Galaţi erprobt, deren Parameter für eine Dauer von 50 Tagen bestimmt und verarbeitet wurden.

Die Gleichungen des Modells erlauben — für jeden Dauerzustand — die Berechnung von Geschwindigkeitskorrektionen so dass die Länge des longitudinalen Agglomerierfrontes mit der nützlichen Länge der Maschine übereinstimmt, als auch der Korrektion für Kohlenstoffgehalt in der Beschickung zwecks Bewahrung des Kleinstoffgleichgewichtes.

Am Ende wird ein Prinzipschema für die Führung der Agglomerieranalage, auf Grund des erzeugten Modells, vorgelegt.

Hătăraşcu Ov. und *Dian L.*, p. 7—10 DK 622.788:662.6

Erforschungen über die Vorreduktion der Pelleten mittels festen Brennstoffen

Es werden die Ergebnisse von im metallurgischen Forschungsistitut ICEM ausgeführten Versuche über die Vorreduktion der Eisenerze im Drehofen. Die nötigen Erforschungen wurden auf Pilotstufe, mit Kleinkoks und PAL-Kohle als Reduktionsmittel, in ICEM ausgeführt. Es wurden Vorreduktionsgraden zwischen 34,7 und 73,85%, und Pelleten mit einer höheren als 100 kg pro Pellete Druckfestigkeit erhalten.

Bender A. und *Erdei I.*, p. 11—13 DK 669.183.2:669.046.55

Einfluss einiger Faktoren auf die Verbrennung von Mangan bei Stahl dezoxydierung im Siemens-Martin Ofen

Es werden Untersuchungen über die Verbrennung von Mangan aus Ferromangan während Stahldezoxydierung im Siemens — Martin Ofen ausgeführt.

Der Vorgang fand im Ofen statt, nach einer Vordezoxydierung mit 45% Ferrosilizium im ersten Fall, und mit Aluminium im zweiten Fall. Die benutzte Ferrosiliziummenge war ungefähr 2 kg/t, und die Aluminiummenge 200—300 g/t.

Durch die graphische Vielfachkorrelationsmethode wurde festgestellt im welchen Ausmass die Manganverbrennung von dem Sauerstoffgehalt der die Gleichgewichtskonzentration überschreitet, von dem Kohlenstoffgehalt der Stahlschmelze bei Gleichgewicht und von der Dezoxydierungs — und Absteckungsdauer beeinflusst wird.

Popescu N., Dumitrescu C. und *Bujoreanu Şt.*, p. 14—18 DK 621.786;669.14.018.25

Erforschungen betreffs mögliche Wärmebehandlungen des VSCW 20 Werkzeugstahles

Die Arbeit enthält eine Beschreibung des legierten VSCW 20 Werkzeugstahles, aus dem Standpunkt der Strukturänderungen — durch Kühlung nach Schmieden verursacht, der optimalen Wärmebehandlungen (Vor— und Nachbehandlung) und der erhaltenen Eigenschaften nach verschiedenen Behandlungsvarianten. Die gezogenen Schlussfolgerungen sind besonders nützlich, sowohl für Stahlerzeuger (Vorbehandlung), als auch für Benützer (Nachbehandlung und Verwendungsempfehlungen).

Gâdea Suzana, Protopopescu M. und *Dumitrescu C.*, p. 19—22 DK 669.15—194:62 0.178 1

Untersuchungen über die Härte bei Hochtemperaturen eines Cr-Mo-V Legierstahles

Es werden die Ergebnisse der auf einem mit Cr-Mo-V schwachlegierten Stahl durchgeführten Forschungen beschrieben. Der Stahl wurde während 72.000 Studen als Dampfleitung in einem Wärmekraftwerk erprobt.

Es wird gleichfalls der Dauerzustand, in Vergleich zu einem sich nicht unter Betriebsbedingungen befindenden Stahl untersucht.

Catrinoiu C., p. 23—26 DK 669.14.018.291.3

Periodischer Baustahl mit hoher Elastizitätsgrenze

Es werden die Ergebnisse der auf Industriestufe durchgeführten Versuche zwecks Erzeugung von periodischen Profilen mit hoher Fliess — und Elastizitätsgrenze vorgelegt.

Şontea S. und *Lupşoiu C.*, p. 27—30 DK 621.74 :001.891

Mathematisches Modell für Produktionsprogrammierung in Giessereien

In der Arbeit wird ein mathematisches Modell für Produktionsprogrammierung und Evidenz in einer mittelserien Nichteisenmetallgiesserei beschrieben. Verwendete logische Scheme, Reorganisierungsart der primären Evidenz, mathematische Equationen und Gliederung der Datenkarte werden vorgelegt.

Die praktische Lösung des Modells wurde auf einem Digitalcomputer in Fortran ausgeführt.

Nanu A., Sporea I., Breştin A. und *Gheorghiu Şt.*, p. 31—34 DK 621.747.51

Einfluss des Blasagens auf den Ausschlagungsvorgang der Formen mit Natriumsilikat als Bindemittel

Die technisch-wirtschaftlichen Vorteile des Giessens in zeitweiligen aus Mischungen mit Natriumsilikat erhaltenen und mit CO_2 gehärteten Formen, werden infloge des sehr schwierigen Ausschlagungsvorganges vermindert, was unmöglich die Anwendung dieses Verfahrens für Eizeugung von dünnwändigen Komplexkernen macht.

In der Arbeit wird eine Härtung dieser Formmischungen mittels Abgas vorgeschlagen. Dieses Härtungsverfahren abgesehen von der CO_2 Ersparung, ermöglicht eine leichtere Ausschlagung der betreffenden Mischungen nach dem Giessen. Die Ausschlagung wird erleichtert infloge des höheren Feuchtigkeitsgehaltes der Muster, durch Verflüssigung des Dampfes aus dem Abgas.

Dumitru Lucia, Nicolae P., *Mitu Alex.* und *Nadu Florica*, p. 35—39 DK 661.242.8.004.86 :658.567

Beiträge betreffs Komplexverwertung von Pyrit und Pyritasche

Es wird die Entfernung von As, Cu, Pb, Zn aus Pyrit und Pyritasche, zwecks Erzeugung eines für das Eisenhüttenwesen nützlichen Produktes, analysiert.

Es werden die auf Weltstufe vorhandenen Einrichtungen für Verarbeitung von Pyrit und Pyritasche vorgelegt.

Am Ende werden die im Metallurgischen Forschungsinstitut (ICEM) durchgeführten Untersuchungen, zwecks Bestimmung einer Verarbeitungstechnologie für rumänische Pyritasche, in Anbetracht ihrer Verwendung im Eisenhüttenwesen, dargestellt.

Grigoriu I. und *Balasanian I.*, p. 40—40 DK 622.34 :669.28 :622.782

Modellierung des oxydierenden Schweberöstvorganges für Molybdenitkonzentrat

Es wird die Makrokinetik des oxydierenden Schweberöstvorganges für Molybdenitkonzentrat vorgelegt. Die Differential-und Integralequationen der mathematischen Modelle wurden mittels der Kornbilanzmethode entwickelt. Es wurden, gleichfalls, die mikrokinetischen Modelle die der Entwicklung des Schweberöstvorganges unter den Forschungsbedingungen entsprechen festgestellt.

Für die Versuchsbedingungen wurden die kinetischen Equationen des Verfahrens und die Maximaldauer der Kornvernichtung bestimmt. Diese Daten sind für den Entwurf der Schwebereaktoren notwendig.

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. and *Gufu M.*, p. 1—6 DC 622.782

Complex control of agglomeration plants in view to obtain a maximal output

The paper develops a mathematical model for obtaining a maximal hourly aggfomerate output, through optimizing agglomeration speed and fines flow.

The equations of the model are established theoretically and afterwards applied sapecifically to the gglomeration equipment in Plant Galați, the parametra of which were determined and processed statistically over a 50 days period.

The model's equations allow to compute — for each steady-state regime — the necessary speed corrections so that the length of the agglomeration front should coincide with the useful length of the machine, and also the necessary corrections for carbon content in the charge, so as to maintain an equilibrium of fines.

Finally, based on the developed model, a functional diagram for the control of the agglomeration plant is presented.

Hătărăscu Ov. and *Dian L.*, p. 7—10 DC 622.788 :662 6

Investigations regarding pre-reduction of pellets by means of solid combustibles

The paper presents results of investigations performed at the Metallurgical Research Institute (ICEM) related to pre-reduction of iron ores in rotary furnaces. The necessary experiments took place on pilot stage in ICEM, using small coke or PAL-coal as reduction agents. Repeatability degrees between 34.7 and 73.85% were obtained, pellets having a compressive strength exceeding 100 kg per pellet.

Bender A. and *Erdei I.*, p. 11—13 DC 669.183.2 :669.046.55

Influence of several factors upon manganese burning during steel deoxidation in open-hearth furnaces

Investigations were performed regarding manganese burning out of ferromanganese during steel deoxidation in open-hearth furnaces.

Deoxidation took place within the furnace, after a pre-deoxidation, in the first case with 45% ferrosilicon and in the second case with aluminium. The used amount of ferrosilicon was about 2 kg/t, and that of aluminium 200—300 g/t.

Using the graphical method of multiple correlation the paper determines to which extent manganese burning is influenced by: oxygen content exceeding equilibrium concentration at the moment of deoxidation, carbon content of the steel melt at the same moment, deoxidation and tapping time.

Popescu N., Dumitrescu C. and *Bujoreanu Șt.*, p. 14—18 DC 621.785 :669.14.018.25

Investigations regarding possible heat-treatments for VSCW 20 tool-steel

The paper contains a characterization of VSCW 20 alloy tool-steel, from the standpoint of structural changes induced by cooling after forging, of optimal heat-treatments (primary and secondary) and of properties obtained after various heat-treatment alternatives. Conclusions are very useful for steel producers (primary heat-treatment), as well as for users secondary heat-treatment and application references).

Gâdea Suzana, Protopopescu M. and *Dumitrescu C.*, p. 19—22 DC 669. 15—194 :620.178.1

Investigations regarding hardness at higt temperatures of a Cr-Mo-V alloy-steel

The paper describes results of investigations performed on a Cr-Mo-V low-alloy steel, used for 72,000 hours in a process steam line of a power plant.

Conditions of running life are also studied in comparison with a steel not under operation.

Catrinoiu C., p. 23—26 DC 669.14.018.291.3

Periodic structural steel with high elastic limit

The paper presents results of investigations on industrial scale regarding the manufacturing of periodic sections with high yield and elastic limit.

Șontea S. and *Lupșoiu C.*, p. 27—30 DC 621.74 :031.891

Mathematical model for production programming in foundries

The paper describes a mathematical model for production programming and stock evidence in a non-ferrous alloy foundry with middle-scale production. The functional diagram used is presented, as well as the way reorganization of the primary evidence took place, mathematical equations and structure of the cards.

The practical operation of the model was performed on a digital computer using Fortran.

Nanu A., Sporea I., Breștin A. and *Gheorghiu Șt.*, p. 31—34 DC 621.747.51

Influence of blast agent upon knocking-out of moulds having sodium silicate as a binder

The technico-economic advantages offered by casting in temporary moulds, made of mixtures on sodium silicate base hardened with CO_2, are shadowed by a very difficult knockingout, which makes impossible to use this proceeding in manufacturing thin-walled complex cores.

The paper suggests the hardening of these moulding mixtures by means of waste gasses. The hardening method, besides CO_2 savings, brings about an easier knocking-out the mixture after casting. Knocking-out is made easier by the higher humidity content due to devaporation of waste gases.

Dumitru Lucia, Nicolae P., Mitu Alex. and *Nadu Florica*, p. 35—39 DC 661.242.8.004.86 :658.567

Contributions to the complex processing of pyrite and pyrite cinder

The paper analyses ways of removing As, Cu, Pb, Zn out of pyrite and pyrite cinder, in view to obtain an useful product for the steel-making industry.

Main proceedings and equipments from all over the world used in processing pyrite and pyrite cinder are presented.

Finally, investigations performed at the Metallurgical Research Institute (ICEM), aiming to develop a processing technology for Romanian pyrite cinder, with regard to its using in steel-making, are also presented.

Dumitru Lucia, Nicolae P., Mitu Alex. et *Nadu Florica*, p. 35—39 CD 661.242.8.004.8

Contributions concernant la valorification complexe de la pyrite et des cendres de pyrite

On analyse la manière d'éliminer les éléments : As, Cu, Pb, Zn, contenus dans la pyrite et dans les cendres de pyrite, en vue d'obtenir un produit utile à l'industrie sidérurgique.

On présente les principaux procédés et les installations d'usinage de la pyrite et des cendres de pyrite, qui existent dans le mode.

À la fin de l'article on présente les recherches effectuées à l'institut ICEM, afin d'établir une technologie de l'usinage des cendres de pyrite indigènes, en vue de les utiliser dans la sidérurgie.

Grigoriu I. et *Balasanian I.*, p. 40—44 CD 622.34 :669.28 :622.782

Le modélage du processus de cuisson oxydante du concentre de molybdène en couche fluidisée

On étudie la macrocinétique du processus de cuisson oxydante du concentré de molybdénite en couche fluidisée. On a établi les équations différentielles et intégrales des modèles mathématiques, en utilisant la méthode de la balance de la granule. On a aussi établi les modèles macrocinétiques selon lesquels se déroule le processus de cuisson en couche fluidisée, dans les conditions examinées.

Pour les conditions d'expérimentation on a établi les équations cinétiques du processus et la durée maxima de consommation de la granule, nécessaires pour l'élaboration des projets de réacteurs en couche fluidisée.

Szöcs Ecaterina, p. 45—47 CD 669.131.7 :543

La détermination rapide du silice et du phosphore contenus dans la fonte

La méthode est basée sur la propriété du silicium et du phosphore, de former des complexes avec le molybdate d'amonium, leur forme réduite étant une combinaison ayant la couleur bleue. On mesure l'intensité de la coloration de la solution à l'aide du photocolorimètre. Le bleu siliciummolybdénique diffère du bleu phosphoremolybdénique, en ce qui concerne certaines propriétés, ce qui permet leur détermination à partir de la même solution de base. L'acide silicomolybdénique se forme dans un milieu faiblement acide, 0,01 — 0,02 n H_2SO_4, pendant que l'acide phosphomolybdénique se forme à une acidité de 1,2 n H_2SO_4. La réduction de l'héséropolyacide du silicium a lieu à 1,5 — 2 n, et la réduction de l'hétéropolyacide du phosphore à lieu à 0,7 — 0,8 n. L'éprouvette se dissout dans de l'acide sulfurique dilué et les carbures t'oxydent avec de l'azotite de sodium. On prend une quantité séparément pour le silicium et séparément pour le phosphore. On ajoute du molybdate d'amonium, de l'acide sulfurique et de l'acide ascorbique, le dernier comme réducteur. Seulement la quantité d'acide sulfurique ajoutée diffère.

Vacniuc N., p. 48—50 CD 621.74 :685.2

L'influence des paramètres constructifs et des conditions d'exploitation sur le comportement de l'outillage de coulée

L'exploitation de l'outillage pour les coulées dans les conditions des fonderies qui ont été étudiées, a imposé une nouvelle élaboration des projets pour environ 90% du total des outillages, conformément aux méthodes modernes et aux données pratiques. Les lingotières ayant dans leur masse une armature en acier sont très susceptibles à la fissure, autour de cette dernière, à cause des concentrations de tensions qui se produisent. Les lingotières sous-dimensionnées ont la durabilité la plus réduite. La durabilité de l'outillage est déterminée par les conditions d'exploitation, par les paramètres constructifs de l'outillage et par les facteurs technologiques.

Думитру Лучия, Николае П., Миту Алекс. и *Наду Флорика*, p. 35—39 ДК 661.242.8.004.86:658.567

К комплексному использованию пирита и пиритных огарков.

В статье рассматривается способ удаления As, Cu, Pb, Zn из пирита и пиритных огарков с целью получения продукта, годного для металлургической промышленности. Приводятся главные способы и установки, существующие в мире для преработки пирита и пиритных огарков.

В заключительной части приводятся исследования, проведенные в ИЧЕМ для установления технологии переработки румынских пиритных огарков ввиду их использования в черной металлургии.

ДК 622.34:669.28:622.78?

Григориу И. и *Баласаниан И.*, p. 40—44

Моделирование процесса окислительного обжига молибденитового концентрата в кипящем слое.

Исследуется микрокинетика процесса окислительного обжига молибденитового концентрата в кипящем слое. Были установлены дифференциальные и интегральные уравнения математических моделей, применяя метод баланса гранулы. Были также установлены микрокинетические модели, по которым развертывается процесс обжига в кипящем слое в исследуемых условиях.

Для условий испытания были установлены кинетические уравнения процесса и максимальное время расхода гранулы, необходимое для проектирования реакторов для обжига в кипящем слое.

Сзокс Екатерина, p. 45—47 ДК 669.131.7:543

Скоростное определение кремния и фосфора в чугуне.

Метод основан на свойстве кремния и фосфора образовывать комплексы с молибдатом аммония, а их восстановленная форма является соединением синего цвета. Измеряется интенсивность окраски раствора в фготоколориметре. Силикомолибденовая синь и фосфоромолибденовая синь различаются по определенным свойствам, что дает возможность определять их из одного и того же основного раствора. Силикомолибденовая кислота образуется в слабокислой среде 0,01—0,02 н $H2SO_4$, в то время как фосфомолибденовая кислота образуется при кислотности 1,2 н. H_2SO_4 Восстановление гетерополикислоты кремния происходит при 1,5—2н, а восстановление гетероиоликислоты фосфора происходит при 0,7—0,8 н. Проба растворяется в разбавленной серной кислоте, карбиды окисляются азотистокислым натрием. Берется отдельно аликвотная часть для кремния и отдельно для фосфора. Добавляется молибдат аммония, серная кислота и аскорбиновая кислота, последняя в качестве восстановителя. Разница только в количестве добавляемой серной кислоте.

Вакнюк Н., p. 48—50 ДК 621.74:658.2

Влияние конструктивных параметров и условий эксплуатациина поведение литейного оборудования

Экслуатация литейного оборудования в условиях сталеплавильных заводов выявило необходимость реконструкции около 90% всего оборудования по современным методам и практическим данным. Изложницы, имеющие стальную арматуру, в своей массе очень чувствительны к растрескиванию из-за появляющихся концентраций напряжений. Изложницы меньшего размера имеют наиболее низкую стойкостб. Стойкость оборудования определяется условиями эксплуатации, конструктивными параметрами и технологическими факторами.

Szöcs Ecaterina, p 45—47 DK 669.131.7 :543

Rasche Bestimmung von Silizium und Phosphor in Gusseisen

Das Verfahren beruht auf der Eigenschaft von Silizium und Phosphor Komplexen mit Ammoniummolybdat zu bilden, und ihre reduzierte Form ist eine blaufarbige Verbindung. Die Farbintensität der Lösung wird kolorimetrisch gemässen. Das Silikomolybdän-Blau und das Phosphomolybdän-Blau unterscheiden sich durch gewisse Eigenschaften, was ihre Bestimmung aus derselben Stammlösung ermöglicht. Die Silikomolybdänsäure bildet sich im schwachsauren Medium : 0,01—0,02 n H_2SO_4, während die Phosphomolybdänsäure sich bei einem Säuregrad von 1,2 n H_2SO_4 bildet. Die Reduktion der Siliziumheteropolysäure geschiet bei 1,5—2 n, während die Reduktion von Phosphorheteropolysäure bei 0,7 — 0,8 n stattfindet. Das Muster wird in verdünnte Schwefelsäure aufgelöst und die Karbiden werden mit Natriumnitrit oxydiert. Es wird ein separates Anteil für Phospor und ein separates Anteil für Silizium entnommen. Ammoniummolybdat, Schwefelsäure und Askorbinsäure werden hinzugefügt, die letzte als Reduktionsmittel. Nur die Schwefelsäuremenge ist verschieden.

Vacniuc N., p. 48—50 DK 621.74:658.2

Einfluss der Bauparameter und der Betriebsbedingungen auf das Verhalten der Giessausrüstungen

Der Betrieb der Giessausrüstungen unter den Bedingungen der untersuchten Stahlwerke hat eine Neuprojektierung von etwa 90% der gesamten Austrüstungen laut modernen Methoden und praktischen Daten erfordert. Die Giesskokillen die eine Stahlbewehrung haben sind sehr Rissempfindlich im Umkreise der vorigen, infloge der Konzentrierung der entstehenden Spannungen. Die unterdimensionierten Kokille haben die niedrigste Haltbarkeit. Die Haltbarkeit der Ausrüstung ist von den Betriebsbedingungen, von den Bauparameter und den technologischen Faktoren bestimmt.

Grigoriu I. and *Balasanian I.*, p. 40—44 DC 622.34 :669·28 :622.782

Simulation of oxidizing roasting in fluidized bed for amolybdenite concentrate

The paper studies the macrokinetics of oxidizing roasting in fluidized bed for a molybdenite concentrate. The differential and integral equations of the model were developed using the method of grain balance. Microkinetic models were developed as well for roasting in fluidized bed under the same conditions.

Kinetic equations of the process and maximal absorbtion time for the grain were determined under the testing conditions, these parametra being necessary in design of fluidized-bed reactors.

Szöcs Ecaterina, p. 45—47 DC 669.131.7 :543

Fast estimation of silicon and phosphorus in cast iron

The method is based on the property of silicon and phosphorus to form complex compounds with ammonia molybdate, and their reduced form is a blue-coloured solution. Its colour intensity is measured by means of a photocolorimeter. Silicomolybdenic-blue and phosphomolybdenic-blue differ by certain properties, a fact which allows to determine them out of the same basic solution. Silicomolybdenic acid develops in slightly acid media 0.01—0.02 n H_2SO_4, while phosphomolybdenic acid develops at an acidity of 1.2 n H_2SO_4. The reduction of the phosphoric heteropolyacid takes place at 1.5—2 n, while reduction of the silicic heteropolyacid takes place at 0.7—0.8 n. The sample is dissolved in diluted sulphuric acid and carbides are oxidized by means of sodium nitrite. A portion is taken, separately, both for silicon and for phosphorus. Ammonia molybdate, sulphuric acid and ascorbic acid are added, the latter as a reducer. Only the amount of sulphuric acid is different.

Vacniuc N., p. 48—50 DC 621.74:658.2

Influence of constructional parametra and of operating conditions upon behaviour of casting equipment

Operation of casting equipment under conditions of investigated steel plants imposed a redesigning of about 90% of the entire outfit, according to modern methods and practical data. Ingot moulds which have a steel-insert in their structure are very liable to crack around the former, due to a concentration of arising stresses. Undersized ingotmoulds have the shortest life. Equipment life is determined by operaing conditions, constructional parametra and technological actors.

Ingineri şi tehnicieni
Pentru anul 1973
REÎNNOIŢI-VĂ
abonamentul la revista

METALURGIA

Organ al Ministerului Industriei Metalurgice şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din Republica Socialistă România

Revista publică articole originale şi de sinteză, studii şi cercetări experimentale, realizări tehnice, actualităţi şi discuţii, extrase din presa tehnică de specialitate, cronici privind evenimentele tehnico-ştiinţifice, recenzii de cărţi, precum şi prezentări de reviste din ţară şi străinătate.

Revista se adresează inginerilor şi tehnicienilor din producţie, proiectanţilor, cercetătorilor, profesorilor şi studenţilor din sectoarele metalurgiei feroase şi neferoase şi de materiale refractare.

Abonamentele se primesc pe adresa : M.I.M. — Centrul de documentare şi publicaţii tehnice — Bucureşti, str. Academiei nr. 7, sector 1, cont virament 30.05.01.00 B.N. a Republicii Socialiste România.

Tarif pentru întreprinderi : 150 lei anual; tarif pentru ingineri, tehnicieni, studenţi etc.: 48 lei anual. Costul unui exemplar 5 lei.

REÎNNOIŢI
comenzile de publicitate la revista

METALURGIA

pentru anul 1973

Revista publică pagini de reclamă industrială, la negru şi în culori, pentru produsele întreprinderilor siderurgice, de materiale refractare şi lucrări de construcţii şi montaje siderurgice.

De asemenea, publică reclame pentru întreprinderile furnizoare de materii prime şi materiale auxiliare, utilaje şi echipamente industriale din ţară şi străinătate.

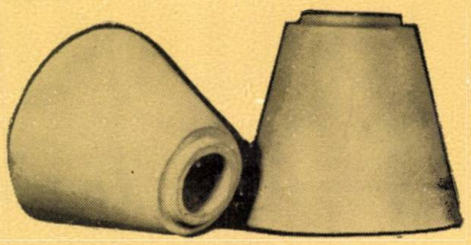
Vă informăm totodată că revista METALURGIA face schimb cu peste 40 de reviste străine, constituind astfel un bun mijloc de propagandă pentru produsele şi realizările noastre peste hotare.

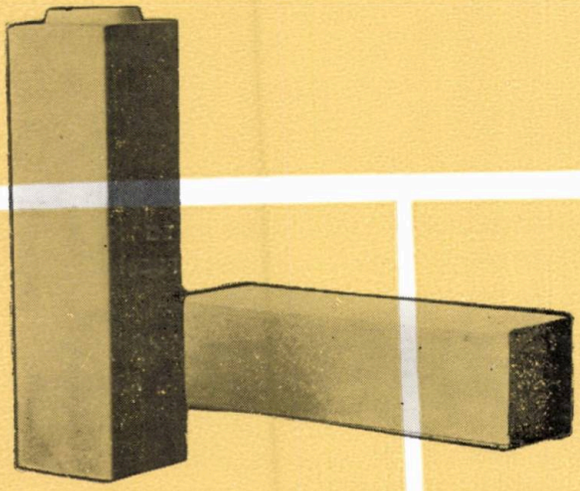
GRUPUL DE FABRICI DE PRODUSE REFRACTARE – BRAȘOV

fabrica de produse refractare

RĂSĂRITUL

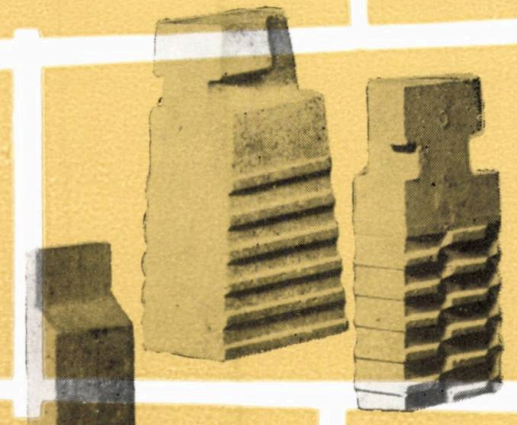
Brașov, str. Carierei nr. 127
Telefon 23966, Jud. Brașov

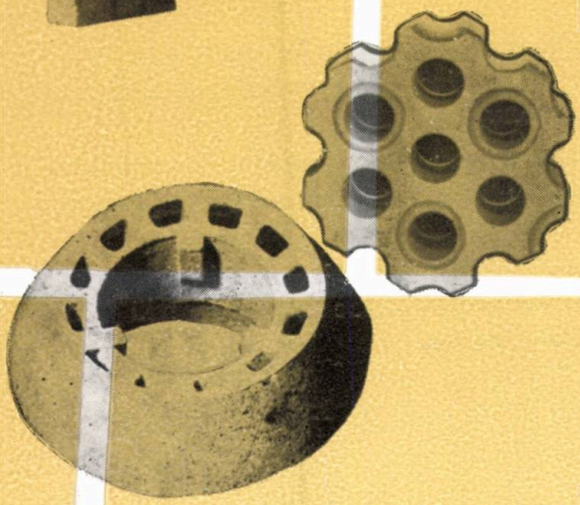


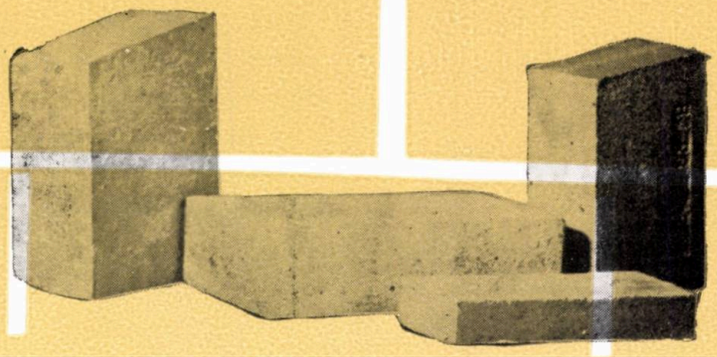


produce materiale refractare pentru :

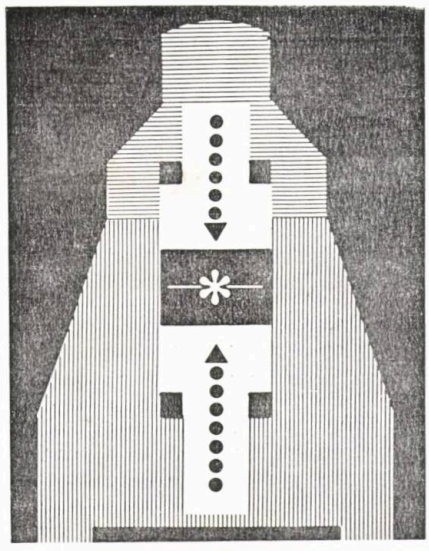
- bateriile de cocsificare
- recuperatorul de căldură de la furnal
- cuptoarele din industria chimică
- oala de turnare a oțelului
- vazanele cu aburi
- materialele refractare pentru podul de turnare a oțelului
- materialele refractare pentru uz general
- prafurile termogene, termoizolante și exoterme pentru reducerea consumului specific de metal





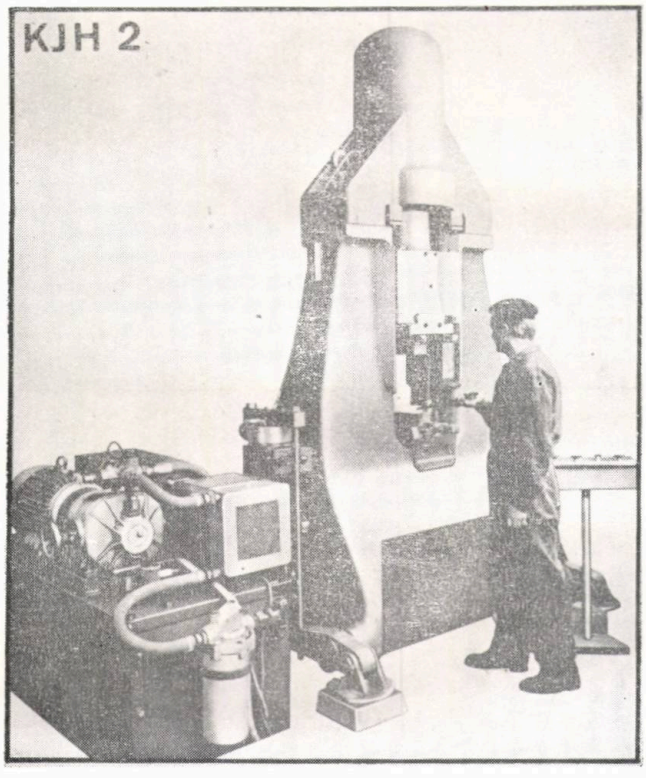


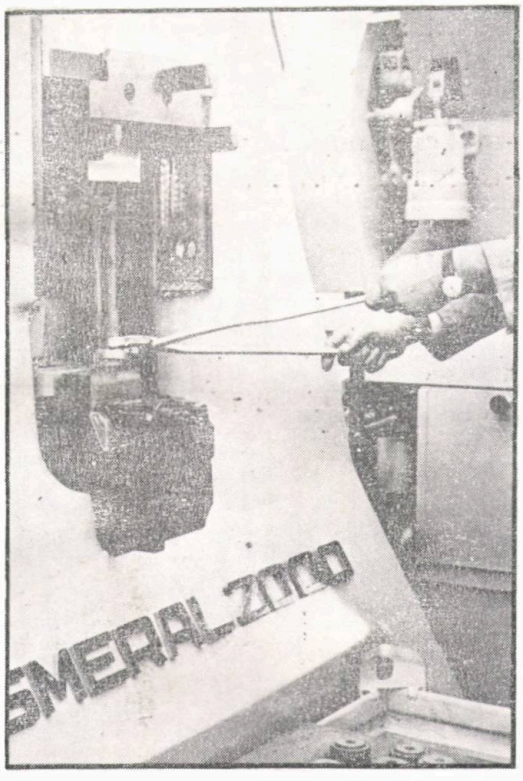
Producător
UZINELE ŠMERAL BRNO



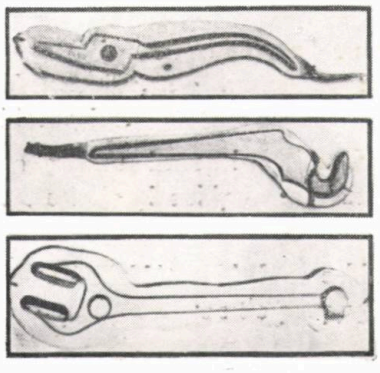
Uzinele Šmeral din Brno au o tradiție de peste 100 ani în producția de mașini și o experiență de aproape 50 ani în fabricarea utilajelor de forjare.

Rezultatul numeroșilor ani de experimentare îl constituie noul tip de ciocan hidropneumatic KJH. Ciocanele KJH reunesc avantajele ciocanului clasic cu șabotă și a ciocanelor cu contralovitură, fiind mult mai eficace decît fiecare din ele.
Soluția constructivă este un brevet cehoslovac. Presa nu necesită lucrări oneroase de fundație, putînd fi instalată direct pe pardoseala de beton. Numărul cuprins în indicativul tipului exprimă energia loviturii în mii daN·m.





Ciocanul de forjare este fabricat în următoarele mărimi: KJH 2; KJH 4 și KJH 8.



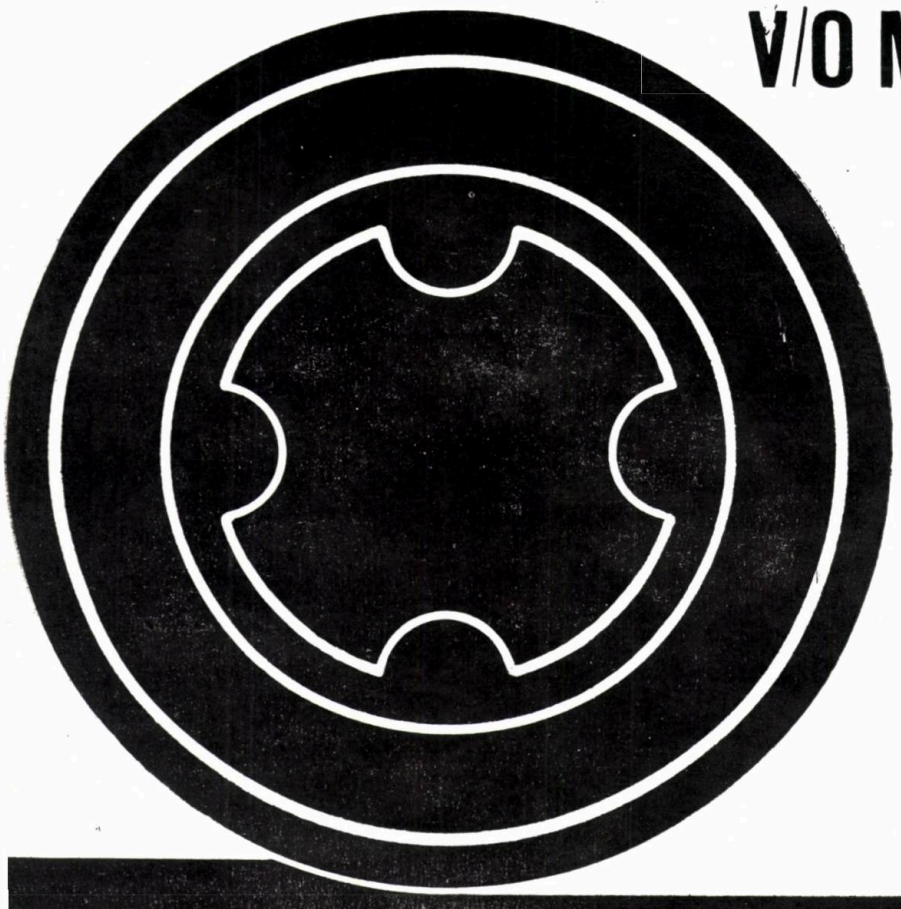
Strojimport

– Vinohradská 184, Praga 3, Telex 012 141 – 5, R.S. Cehoslovacă.

PUBLICOM

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

V/O MACHINOEXPORT



livrează, după desenele și specificația clientului, cilindri de fontă pentru laminoare, executați:

- din fontă obișnuită, lișt sau calibrați
- din fontă aliată, lișt sau calibrați
- compound, lișt sau calibrați

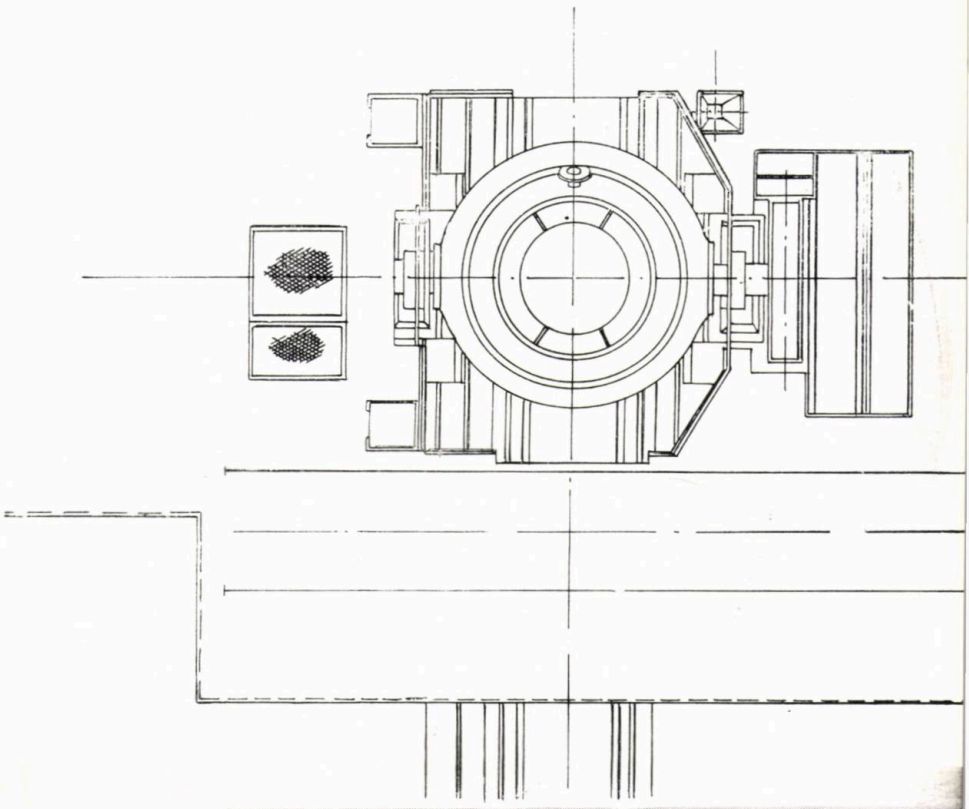
MACHINOEXPORT

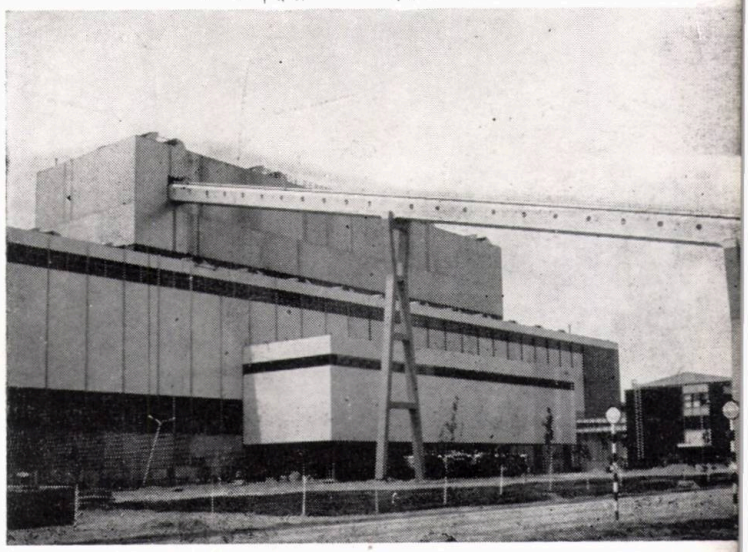
- din fontă aliată sau nealiată, din fontă modificată cu magneziu în gamele dimensionale:
  - diametrul tăbliei, 150—1300 mm
  - lungimea tăbliei, 160—6000 mm
  - masa, pînă la 25 t
- cu duritate și rezistență ridicată, cu suprafețe îngrijit prelucrate, de calitate garantată

☎ 147-15-42 SSSR MOSKVA 117330
MACHINOEXPORT
207 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT

PUBLICOM

IPROMET





INSTITUTUL DE PROIECTARE TEHNOLOGICĂ DE UZINE ŞI INSTALAŢII METALURGICE

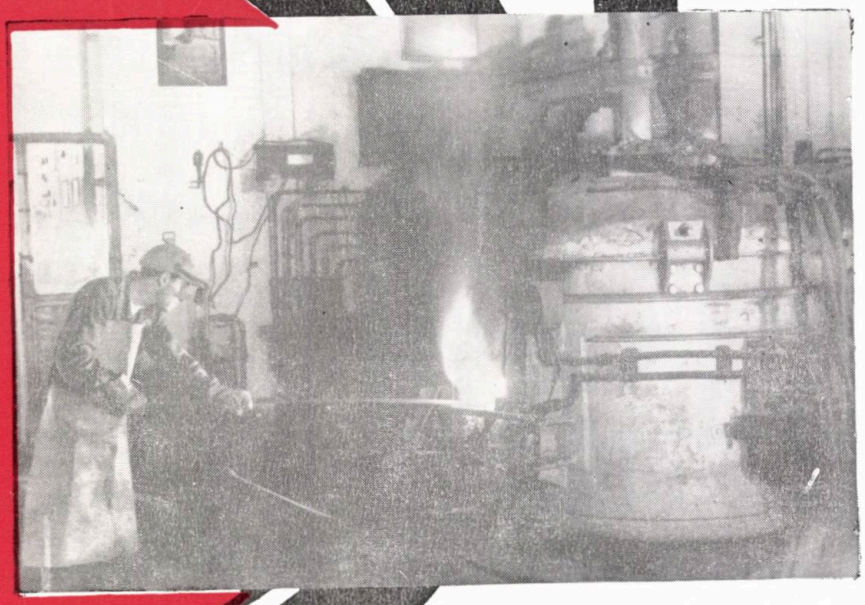
Bucureşti 45, str. 13 Decembrie 20, tel. 13.37.58

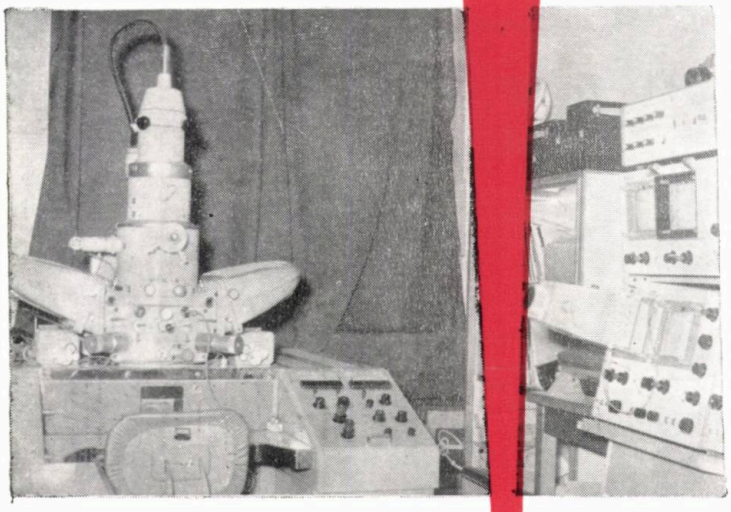
PROVIDES DESIGNING FOR

INTEGRATED IRON AND STEEL WORKS ● IRON ORES SINTERING PLANTS ● COKE-OVEN PLANTS ● BLAST-FURNACES ● STEEL MILLS ● REFRACTORIES PLANTS ● FOUNDRIES FOR HEAVY CASTINGS ● ENERGY SERVICES IN IRON AND STEEL WORKS (BLOWERS, COMPRESSED AIR AND OXYGEN STATIONS, ELECTRICAL AND HYDROTECHNICAL SYSTEMS, A.S.O.) ● IRON AND STEEL WORKS EQUIPMENT

DESIGNING WORK - ENGINEERING - TECHNICAL ASSISTANCE

INSTITUTE FOR METALLURGICAL RESEARCH





The Institute concludes agreements for scientific research into the following fields: iron and steel elaboration, casting, plastic deformation and thermic processing, steel rational use, non-ferrous metal alloys corrosion, powder metallurgy, coke, semi-coke, refractories, metallurgical thermo- technics, mathematical and economical investigation for metallurgy, etc.:

- optical and electronical metallografic works;
- research using electronic microanalyser;
- processing works in electric furnace and salt bath;
- forging and rolling for various products;
- physical and mechanical testing;
- chemical analysis;
- metal gaz analysis (oxygen, hydrogen and nitrogen);
- various expert appraisements.

The Institute can also deliver different products resulting from pilot plant: steels, non-ferrous alloys, metallic powders, etc.

ICEM

Str. Mehadia nr. 39 București 17 Telephone **49.33.80** Telex 369 RUMANIA

IPROLAM

ENGINEERING AND DESIGN FOR ROLLING MILLS

Activities

— Design
— Engineering
— Consulting

For ferrous and non-ferrous metallurgy

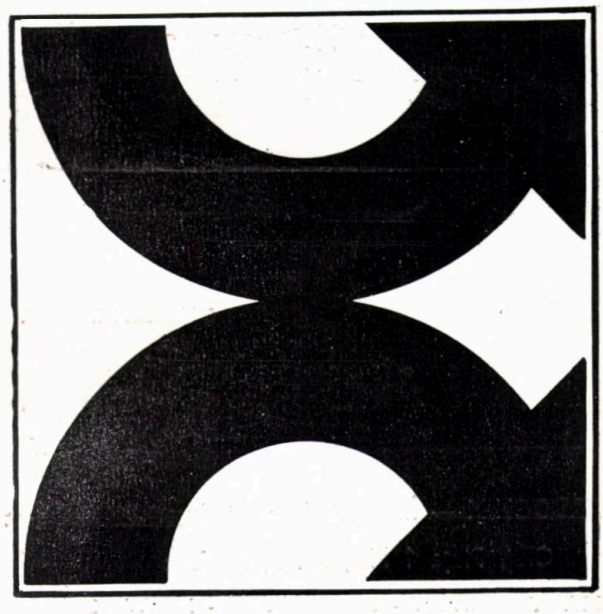
— Merchant mills, strip and sheet mills
— Seamless and weld tube mills
— Wire drawing machines and draw benches
— Equipment and machinery for rolling mills
— Industrial furnaces
— Chemical treatment plant
— Specific electric control and power plants for fluids
— Industrial buildings
— Industrial systematization and plant transport
— Management consultant of the designed units
— Investment estimation and economic efiiciency

IPROLAM carries out

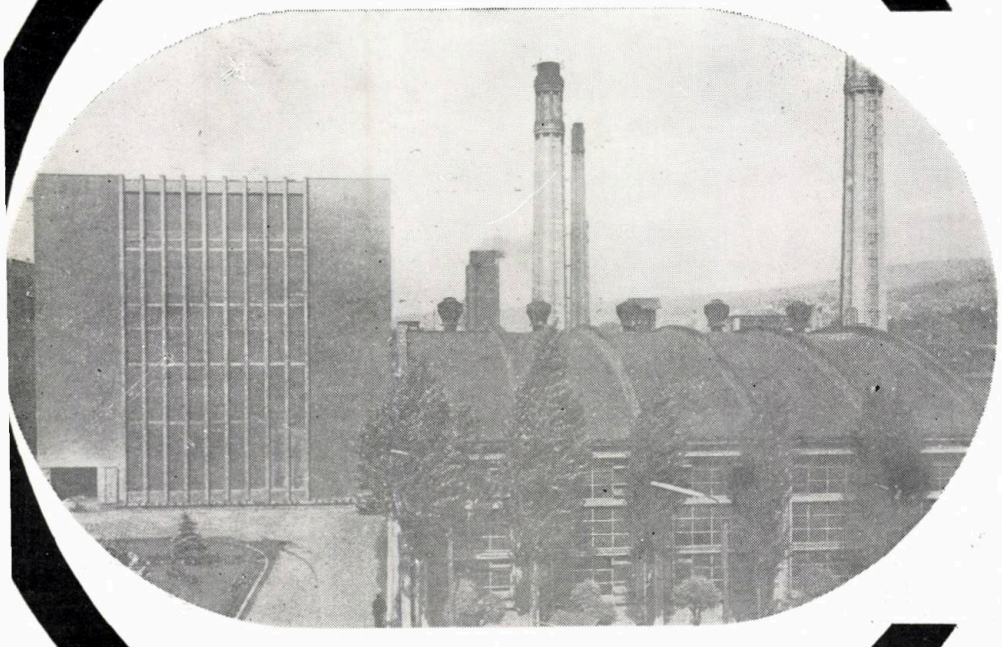
— Layout studies
— Technical and economic studies
— Feasibility studies
— Investment evaluation
— Bid tabulation
— Preliminary design
— Detail drawings
— Engineering of mill transportation
— Engineering of laboratories and maintenance areas
— Investment schedulling
— Extension and line designs
— Technical assistance of erection and testing
— Commissioning and operation instructions

by using a complexe and up-to-date technical literature

— over 30 000 studies and projects, 15 000 prospects, 200 rumanian and foreign periodicals international standards and norms



BUCUREŞTI—RUMANIA
B-dul Republicii nr. 64 A
Tel. 15.26.98 ● Telex 011.357



ARBOCHIM

Cluj

Corpurile abrazive cu liant de bachelită pentru degroșări la viteze periferice ridicate permit:

- mărirea vitezei periferice de la 45 la 60 m/s și chiar la 80 m/s, în cazul corpurilor abrazive cu liant de bachelită și inserții de sticlă
- mărirea productivității muncii
- mărirea randamentului de așchiere cu 30—80% și reducerea consumului specific de corp abraziv cu 20—50%

SORTIMENTE PRODUSE:

- fără inserții — pînă la ∅ exterior 600 mm, granulația 125—40 și duritatea P—Q
- cu inserții de țesătură de sticlă — ∅ exterior 180 mm, granulația 125 și duritatea P—Q

CARBOCHIM — Întreprindere industrială de stat

Cluj, Piața 1 Mai, nr. 3, telefon:

Modern Industry ● High Qualified Specialists ● High Quality Products Made according to the International Standards

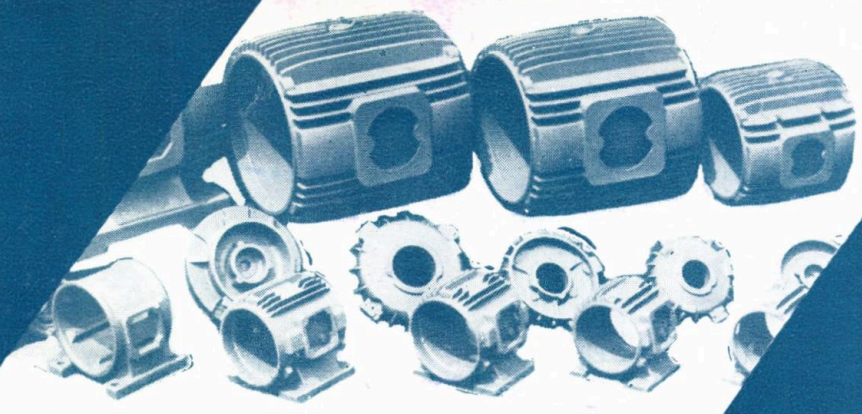
Reinforcing steel bars
Steel bars
Steel profiles
Steel drawn bars
Medium and heavy plate
Cold rolled and drawing sheets

Seamles steel line pipes
Welded gas tubes
Welding electrodes
Steel drawn wires
Steel ropes
Nails for constructions

Exporter:

METALIMPORT

Foreign Trade State Enterprise
Bucharest—Rumania
8, Edgar Quinetstreet
Phone: 14.25.09
Telex: 257, 258, 259
Cable address:
METALIMPORT—Buharest



CARCASE PENTRU MOTOARE ELECTRICE

- pentru intern
- pentru export

SCUTURI, PALIERE PENTRU MOTOARE ELECTRICE

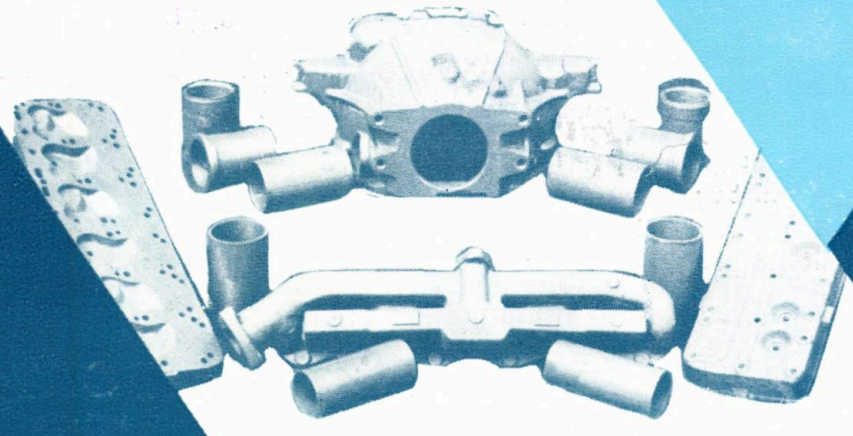
UZINA DE FIER VLAHIȚA

Jud. Harghita
Telefon: 4—11

CILINDRI DE LAMINOR CU CRUSTĂ DURA

- pentru sîrme, benzi și profile ușoare
- pentru tablă subțire

CILINDRI ȘI VALȚURI PENTRU INDUSTRIA CHIMICĂ
ROLE, MATRIȚE ȘI DOPURI PENTRU LAMINOARE DE ȚEVI
FONTĂ SPECIALĂ PENTRU TURNĂTORIE

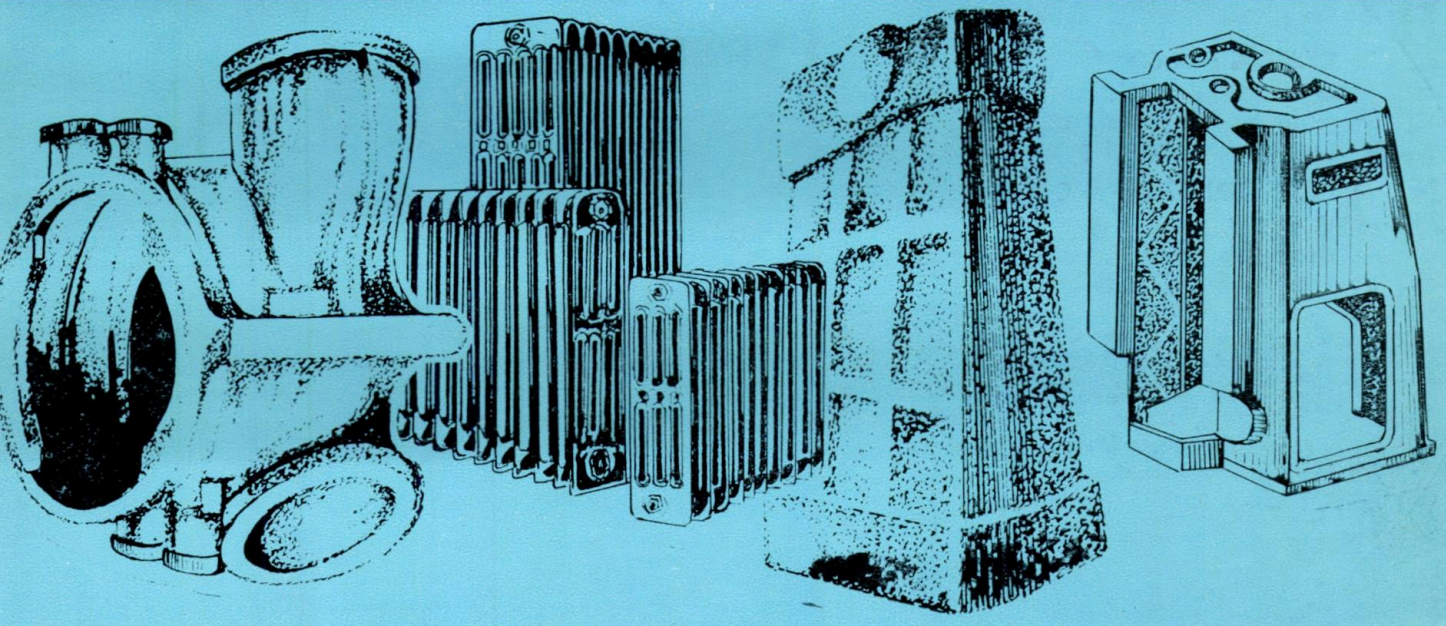


PIESE DE SCHIMB AUTO

- chiulase
- carcase ambreiaj
- colector de admisie și evacuare
- cămăși pistoane

Uzina
VICTORIA
Călan

- Fontă cenuşie STAS 882—65
- Piese de schimb pentru siderurgie
- Piese pentru maşini-unelte
- Radiatoare din fontă
- Cilindri din fontă pentru laminoare
- Lingotiere
- Maselotiere
- Ptinli de turnare
- Poduri de turnare
- Semicocs
- Cocs fluidizare
- Cocs brichete din cocs petrol



UZINA OŢELUL ROŞU

Oraşul Oţelul Roşu
Str. Mihail Eminescu, nr. 10
Jud. Caraş Severin
Telefon 4

CILINDRI DIN FONTĂ

● cilindri duri (definiţi) ● cilindri indefiniţi cu grafit lamelar (clasici) ● cilindri cu grafit nodular ● cilindri netezitori pentru ţevi Mannesmann

PIESE TURNATE DIN OŢEL

● poduri, pîlnii şi vane de turnare ● mufe şi bare de cuplare pentru laminoare ● maselote ● roţi de vagoneţi ● roţi de rulare pentru macarale ● suporţi de lagăre pentru laminoare ● coroane şi roţi dinţate ● role pentru căile de rulare de la laminoare ● mese şi cuţite de ghidaj pentru laminoare ● mese şi capace de recoacere pentru tablă subţire

Greutatea pieselor turnate din oţel 0,2—12 t
Grosimea peretelui pieselor turnate 1 000 × 1 500 mm
Mărci de oţel conform STAS 600—65: OT 40—1, OT 45—1, OT 50—1, OT 55—1

BARE DIN OŢEL TRASE LA RECE

● rotunde ∅ 15—70 mm ● hexagonale 17—55 mm, din: oţel carbon obişnuit, oţel carbon de calitate, oţel pentru automate, oţel aliat ● rotunde ∅ 15—30 mm, din oţel pentru rulmenţi

TABLĂ SILICIOASĂ

● 1000 × 2000 × 0,5

CSH

vă oferă:

profile laminate din oţeluri carbon calmate, semicalmate şi necalmate, din oţeluri carbon de calitate, aliate şi slab aliate

● rotunde cu diametrul de 10—180 mm ● cornier de 20×20—150×150 mm ● I 18— I 24 ● U 6,5— U 24 ● late de 20×5—200×20 mm ● benzi laminate la cald de 200×2—500×5 mm ● ţagle, blumuri pentru forje, de 70×70—400×400 mm ● oţel beton cu profil periodic laminat la cald, oţel beton neted laminat la cald, sîrmă laminată la cald, ● profile speciale pentru armături de mină pentru talpa şenilei de tractor etc.

COMBINATUL SIDERURGIC HUNEDOARA

Str. Dr. P. Groza nr. 8. Hunedoara ● Telex: 032411 ● Tel: 1075-1077-1450-2533-2934

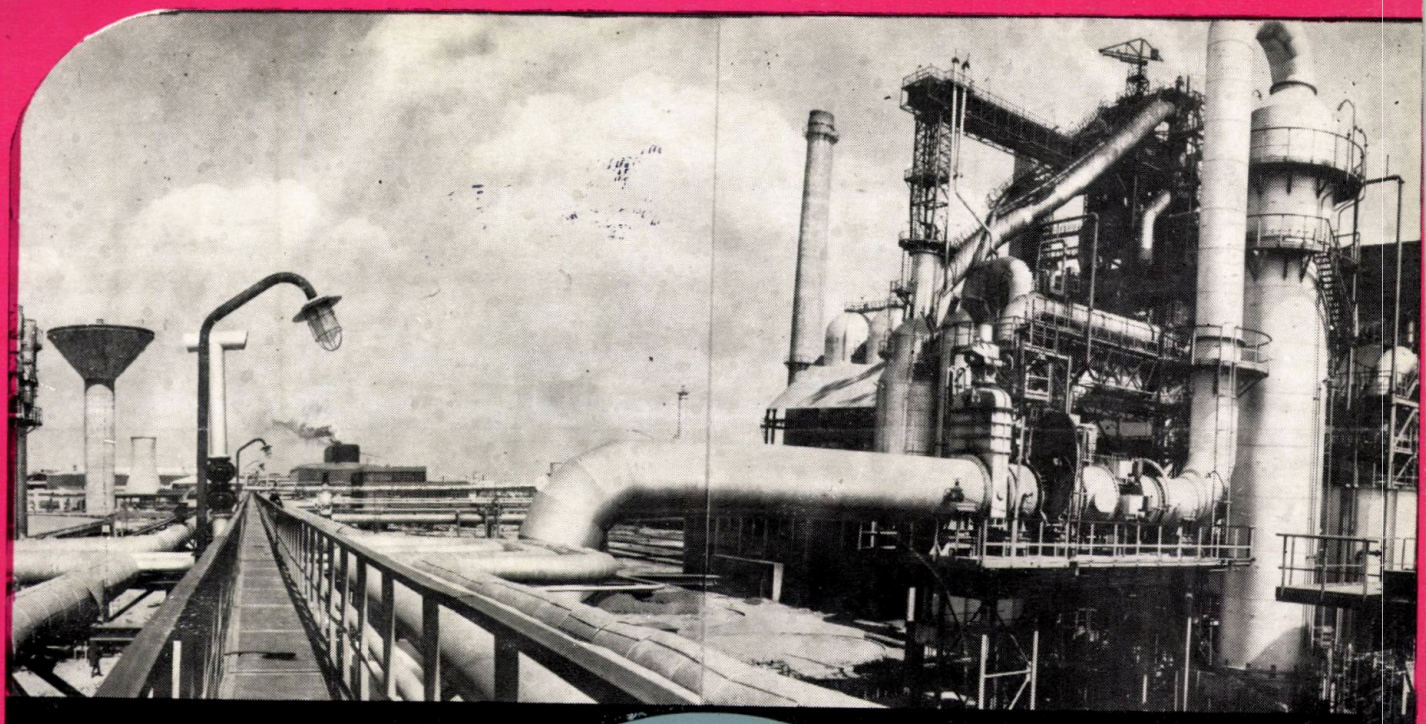


TABLE GROASE: ● de (6—150 mm) × (1500—3000 mm) × × max. 15 000 mm ● din oţeluri calmate, semicalmate, necalmate şi slab aliate ● utilizate în construcţii mecanice, construcţii metalice, construcţii navale, construcţii de cazane etc. TABLE ÎN FOI laminate la cald: ● de (1,8—7 mm) × × (700—1500 mm) × (2000—10000 mm). BANDĂ ÎN RULOURI laminată la cald: ● de (1,5—12 mm) × (700—1550 mm) şi greutate max. 24 t ● utilizată la fabricarea ţevilor sudate, profilelor îndoite sau pentru relaminare la rece. TABLE ŞI BENZI laminate la rece: ● de (0,3— —3 mm) × max. 1500 mm ● utilizate pentru caroserii, construcţii metalice, ţevi sudate, profile îndoite. SULFAT FEROS HEPTAHIDRATAT — STAS 2189—68, calitatea I şi II, puritate 98—99%

COMBINATUL SIDERURGIC

„Gheorghe Gheorghiu-Dej"

GALAŢI

Telegraf: Combin Galaţi. Telefon: 18300, Telex: 015253; 015

E 3280

METALURGIA

3

METALURGIA • BUCUREŞTI • ANUL XXV • NR. 3 • MARTIE 1973

COMBINATUL SIDERURGIC

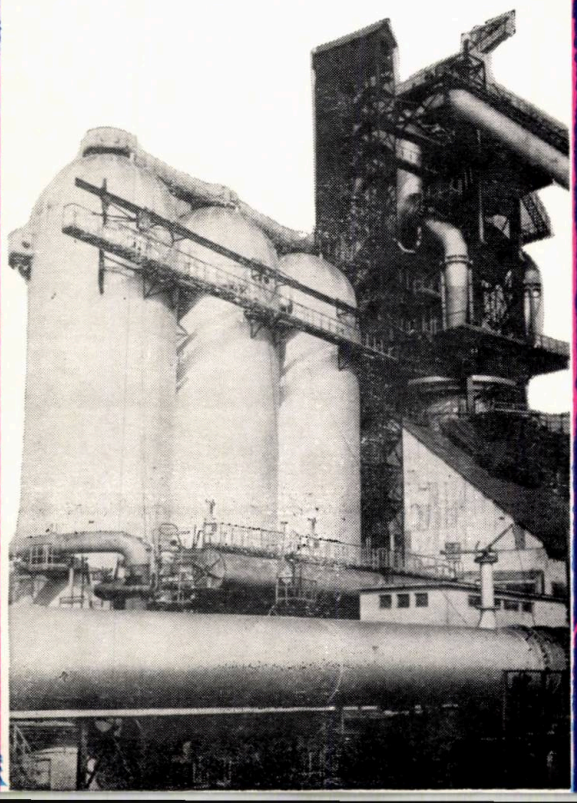
REȘIȚA

Adresa telegrafică: Centsid—Reșița
Telefon 11883; 12152; 11882; 13033
Telex: 013514

Reg. com.: 4298/1954 București—România
Cont: B.N.R.S.R. Reșița 30.05.80.00

Produce:

- Fontă de afinare
- Oțeluri carbon și oțeluri carbon de calitate în lingouri pînă la 15 t
- Profile grele, mijlocii, ușoare, din oțel carbon, oțel carbon de calitate și oțeluri aliate
- Șine pentru cale ferată
- Bandaje și discuri de cale ferată
- Zgură granulată de furnal



METALURGIA

Anul 25 Nr. 3 Martie 1973

CUPRINS

STUDII ŞI CERCETĂRI

Urseanu A.: **Reducerea consumului de coes prin aglomerarea minereurilor pe bandă în straturi suprapuse.** 93

Dragomir I.: **Dinamica creşterii şi îndepărtării incluziunilor nemetalice în condiţiile agitării electromagnetice.** 96

Bender A. şi *Pop V.*: **Cercetări privind natura incluziunilor nemetalice din oţelul Martin de la C. S. Reşiţa.** 100

Dulămiţă T., Cincă Lucia şi *Florian E.*: **Cercetări în vederea îmbunătăţirii calităţii reduceţiilor pentru prăjini de foraj.** 105

Ionescu C. şi *Iancu P.*: **Influenţa condiţiilor de încălzire pentru deformare plastică asupra caracteristicilor structurale şi mecanice ale oţelurilor de construcţie microaliate cu vanadiu.** 109

Franţiu I.: **Determinarea forţelor de laminare în producţia tablelor groase din oţel inoxidabil austenitic.** 113

Bolintineanu Gh.: **Cercetări privind folosirea unor fluxuri la elaborarea aliajului ATCu 4.** 119

Ştefănescu D. M. şi *Chiricuţă I.*: **Analiză rapidă pentru determinarea carbonului echivalent al fontelor hipoeutectice cu grafit lamelar pe baza curbelor de răcire.** 124

Moucha V. Alex.: **Rezultatele cercetărilor de laborator privind un nou procedeu complex de valorificare a bismutului dintr-un concentrat indigen de bismutină.** 128

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Ciobanu I.: **Consideraţii privind determinarea tendinţei de formare a defectelor cauzate de dilataţie la turnarea în forme crude.** 132

PROTECŢIA MUNCII

Istodor V.: **Epurarea gazelor rezultate de la cuptoarele rotative din fabricile de produse refractare.** 138

RECENZII 142

INVENŢII 131

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE 143

COMITETUL DE REDACȚIE

A. ANTONESCU, C. AVRAM, ȘT. CARDALEF, V. CHIRIȚĂ, D. COSMA, VL. DAVID, A. DIJMĂRESCU, CTIN. DRAGOMIR, I. DRĂGAN, TR. DUMITRESCU, SUZANA GĂDEA, V. GROSU, VL. HOLBAN, A. IEREMIA, B. KONCZ, P. MARCU, I. MOLDOVAN, N. MURGULEȚ, FL. OPREA, IG. PAVONI, T. SEGĂRCEANU, L. SOFRONI, CL. ȘTEFĂNESCU, I. TRIPȘA, V. VULCU

Redactor responsabil: L. SOFRONI

Șef rubrică: GEORGETA COMȘA

Tehnoredactor: LYDYA POPESCU

Revista METALURGIA, organ al Ministerului Industriei Metalurgice și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România — Redacția și administrația, București, str. Academiei 7. Sectorul 1. Telefon: 13.02.28 și 15.81.50/272. Revista este editată de C.D.P.T.—M.I.M. Abonamentele se primesc la administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete tehnice în contul nostru de virament: 30.05.01.00. B.N. a Republicii Socialiste România — Sector 1. M.I.M. — Centrul de documentare și publicații tehnice — București. Tarif pentru întreprinderi: lei 150 anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni, ingineri: lei 48 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul—Întreprinderea Poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25. Buc.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D. G. P. T. nr. 560/426/1969

I. P. I. c. 2203

42 406

SOMMAIRE

CD 669.162.16:622.782:339.44

Urseanu A.: **La réduction de la consommation de coke par l'agglomération des minérais sur bande en couches superposés.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 93–95

CD 539.219.1

Dragomir I.: **La dynamique de l'accroissement et de l'élimination des inclusions non-métalliques dans les conditions du barbotage électromagnétique.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 96–99

CD 669.14:669.183.2:539.219.1

Bender A. et *Pop V.*: **Recherches concernant la nature des inclusions non-métalliques dans l'acier Martin du Combinat sidérurgique Reşiţa.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 100–104

CD 669.14:622.24.053

Dulămiţă T., Cincă Lucia et *Florian E.*: **Recherches en vue de l'amélioration de la qualité des réductions pour les tiges de forage.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 105–108

CD 669.14.018.291:621.785.1:539.4/.5

Ionescu C. et *Iancu P.*: **L'influence des conditions de chauffage pour la déformation plastique, sur les caractéristiques structurales et méeaniques des aciers pour constructions, alliés avec de vanadium.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 109–112

CD 669.14.018.8–415:621–771.23

Franţiu I.: **La détermination des forces de laminage dans la production des tôles épaisses en acier inoxydable austénitique.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 113–118

CD 669.35.046.5

Bolintineanu Gh.: **Recherches concernant l'utilisation de certains flux, lors de l'élaboration de l'alliage ATCu4.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 119–123

CD 669.136.6:620.181.412

Ştefănescu D. M. et *Chiricuţă I.*: **L'analyse rapide pour la détermination du carbone équivalent des fontes hypoeutectiques á graphite lamellaire, basée sur les courbes de refroidissement.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 124–127

CD 622.34:543.062

Moucha V.: **Les résultats des recherches de laboratoire concernant un procédé complexe pour la valorification du bismuth contenu dans un concentré indigène de bismuthine.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 128–131

CD 669.742.422.019

Ciobanu I.: **Considérations concernant la détermination de la tendance de formation des défauts causés par la dilatation lors du coulage dans des formes brutes.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 132–137

CD 666.76.041.49

Istodor V.: **L'épuration des gaz résultés des fours rotatifs des fabriques de produits réfractaires.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 138–141

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 669. 162.16 : 622. 782 : 339.44

Урсяну А.: **Снижение расхода кокса путем двухслойного спекания руд на ленте.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 93–95

ДК 593.219.1

Драгомир И.: **Динамика образования и удаления неметаллических включенний в условиях электромагнитного перемешивания**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 96–99

ДК 669.14 : 669.183. 2 : 539.219.1

Бендер А. и *Поп В.:* **Исследование природы неметаллических включений мартеновской стали на заводе КСР.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 100–104

ДК 669. 14 : 622.24. 053

Дуламицэ Т., Чинкэ Лучия и *Флориан Е.:* **Исследования, касающиеся повышения качества редукторов для бурильных труб**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 105–108

ДК 669.14.018.291 : 621. 785. 1 : 539.4/5

Ионеску К. и *Янку П.:* **Влияние условий нагрева под обработку давлением на структурные и механические характеристики конструкционных сталей, микролегированных ванадием**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 109–112

ДК 669.14.018.8 – 415 : 621 – 771.23

Франциу И.: **Определение сил прокатки при производстве толстых листов из аустенитной нержавеющей стали**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 113–118

ДК 669. 35.046.52

Болинтиняну Г.: **Исследования, касающиеся применения флюсов при выплавке сплава АТСu4.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 119–123

ДК 669.131.6 : 620.181.412

Штефэнеску Д. М. и *Кирикуцэ И.:* **Скоростной анализ для определения углерода в доэвтектических чугунах с пластинчатым графитом при помощи кривых охлаждения**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 124–127

ДК 622.34 : 543.062

Мукха В.: **Результаты лабораторных исследований, касающиеся нового комплексного способа использования висмута, содержащегося в отечественном концентрате висмутина**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 128–131

ДК 669.742.422.019

Чобану И. : **Соображения, касающиеся определения склонности к образованию дефектов, связанных с расширением при литье в сырые формы**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 132–137

ДК 666.76.041.49

Истодор В.: **Очистка газов вращающихся печей на заводах огнеупорных изделий.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 138–141

INHALT

DK 669.162.16:622.782:339.44

Urseanu A.: **Verminderung des Koksverbrauches bei Bandagloмeration der Erze in übereinanderliegenden Schichten.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 93–95

DK 539.219.1

Dragomir I.: **Wachstums- und Ausscheidungsdynamik der nichtmetallischen Einschliessungen unter Bedingungen einer elektromagnetischen Agitation.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 96–99

DK 669.14:669.183.2:539.219.1

Bender A. und *Pop V.*: **Erforschungen über die Art der nichtmetallischen Einschliessungen im Siemens-Martin Stahl des Eisenhüttenwerkes — Reşiţa.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 100–104

DK 669.14:622.24.053

Dulămiţă T., Cincă Lucia und *Florian E.*: **Erforschungen zwecks Qualitätsverbesserung der Bohrgestängeübergänge.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 105–108

DK 669.14.018.291:621.785.1:589.4/.5

Ionescu C. und *Iancu P.*: **Einfluss der Erwärmungsbedingungen für plastische Deformierung auf die mechanischen und Strukturkennziffern der mit V mikrolegierten Baustähle.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 109–112

DK 669.14.018.8–415:621.771.23

Franţiu I.: **Bestimmung der Walzkräfte bei Erzeugung von rostfreiem austenitischem Grobblech.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 113–118

DK 660.35.046.5

Bolintineanu Gh.: **Untersuchungen betreffs Anwendung von Flussmittel bei Erzeugung der ATCu4-Legierung.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 119–123

DK 669.131.6; 620.181.412

Ştefănescu D. M. und *Chiricuţă I.*: **Schnellanalyse, mittels Kühlungskurven, für Bestimmung des äquivalenten Kohlenstoffes in hypoeutektischem Eisen mit Lamellengraphit.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 124–127

DK 622.34: 543.062

Moucha V.: **Ergebnisse von Laboruntersuchungen über ein neues komplexes Verfahren zur Verwertung von Wismut aus einem rumänischen Bismutinkonzentrat.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 128–131

DK 621.742.422.019

Ciobanu I.: **Betrachtungen über die Bestimmung der Tendenz zur Fehlerentstehung durch Dilatation während des Giessens in Rohformen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 132–137

DK 666.76.041.49

Istodor V.: **Gasreinigung bei Drehrohröfen in Feuerfestproduktwerken.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 138–141

CONTENTS

DC 669.162.16 : 622.782 : 339.44

Urseanu A. : **Lowering of coke consumption by band agglomeration of ores in overlying layers.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 93–95

DC 539.219.1

Dragomir I. : **Dynamics of growth and settling of non-metallic inclusions under conditions of electromagnetic stirring.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 96–99

DC 669.14 : 669.183.2 : 539.219.1

Bender A. and *Pop V.* : **Investigations regarding natura of non-metallic inclusions in open-hearth steel at the Iron and Steel Plant-Reşiţa.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 100–104

DC 669.14 : 622.24.053

Dulămiţă T., Cincă Lucia and *Florian E.* : **Investigations in view of improving quality of drill-pipe substitues.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 105–108

DC 669.14.018.291 : 621.785.1 : 539.4/.5

Ionescu C. and *Iancu P.* : **Influence of heating conditions for plastic deformation upon structural and mechanical properties of structural steels microalloyed with vanadium.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 109–112

DC 669. 15. 018.8–415 : 621.771.23

Franţiu I. : **Estimation of rolling forces in manufacturing austenitic stainless-steel plate.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 113–118

DC 669.35.046.5

Bolintineanu Gh. : **Investigations regarding the use of some fluxes in working-out an ATCu4 alloy.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 119–123

DC 669. 131. 6 : 620. 181. 412

Ştefănescu D. M. and *Chiricuţă I.* : **Fast analysis, based on cooling curves, for determination of equivalent carbon in hypoeutectic iron with flaked graphite.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 124–127

DC 622. 34 : 543.062

Moucha V. : **Results of laboratory investigations regarding a new complex proceeding for processing bismuth out of a domestic bismuthine ore.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 128–131

DC 621.742.422.019

Ciobanu I. : **Considerations regarding estimation of tendency to formation of flaws induced by dilatation when casting in raw moulds.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 132–137

DC 666.76.041.49

Istodor V. : **Cleaning of gases resulting form rotary kilns in plants producing refractories.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 3, p. 138–141

METALURGIA 3 1973

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI METALURGICE ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

OSZTÁLYOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

STUDII ŞI CERCETĂRI

Reducerea consumului de cocs prin aglomerarea minereurilor pe bandă în straturi suprapuse*

Ing. A. Urseanu
Combinatul siderurgic—Reşiţa

CZ 669.162.16 : 622 782 : 339.44

Acest procedeu se referă la o tehnologie de aglomerare a minereurilor de fier pe bandă.

În procedeele obişnuite de aglomerare a minereurilor pe bandă aprinderea combustibilului se face cu ajutorul unui focar situat în apropierea dispozitivului de alimentare, aerul necesar arderii fiind aspirat prin stratul de material al benzii cu ajutorul unor exhaustoare. Se utilizează combustibili solizi, în special cocs mărunt sortat de la cocserii şi furnale, iar în mai mică măsură, antracit, huile slabe sau alţi înlocuitori cu reactivitatea redusă. Reactivitatea redusă a combustibililor solizi utilizaţi asigură un randament termic satisfăcător procesului de sinterizare însă viteza de înaintare a zonei de ardere în adîncimea stratului este relativ redusă, limitînd productivitatea benzilor de aglomerare.

Combustibilii solizi cu reactivitate ridicată, care sînt în general combustibili cu conţinut relativ mare de materii volatile, nu sînt utilizaţi în mod curent în procesele de aglomerare pe bandă. Aceasta, datorită, pe de o parte, vitezelor mari de ardere care depăşesc viteza de sinterizare, favorizînd pierderile de căldură în afara procesului, iar, pe de altă parte, datorită imposibilităţii utilizării căldurii de ardere a materiilor volatile care străbat zone reci în drum spre exhaustor.

Pentru reducerea consumului specific de combustibil au fost efectuate experimentări de înlocuire parţială a cocsului metalurgic cu alţi combustibili, ca: antracit, cocs de fluidizare, cocs petrol etc., obţinîndu-se de multe ori, datorită aplicării indicilor de echivalare, cheltuieli mai mari cu combustibilii decît în cazul utilizării numai a cocsului metalurgic.

Ca urmare s-a ajuns la ideea efectuării unor încercări de înlocuire parţială a cocsului metalurgic cu cărbuni, aceştia prezentînd avantajul de a avea un preţ de cost mai redus decît acela al cocsului metalurgic, însă şi dezavantajul că proporţia ridicată de volatile şi gudroane duce la îngreuierea sau chiar la oprirea procesului de aglomerare. Pentru verificarea acestor considerente au fost efectuate încercări la o instalaţie experimentală de aglomerare în condiţiile arătate mai jos.

Instalaţia experimentală are o suprafaţă activă de 0,1225 m², în care s-a aşezat un prim strat de 150 mm amestec de şarjă, utilizîndu-se drept combustibil cocsul metalurgic. Al doilea strat era de 150 mm însă combustibilul consta din proporţii variabile de cocs metalurgic în amestec cu un combustibil inferior (cărbune), cu conţinut ridicat de materii volatile.

Reţeta de lucru pentru ambele straturi a fost aceeaşi: 52,4% minereu Krivoi-Rog; 6,7% minereu Ocna de fier; 11,7% concentrat Căpuş; 15,4% calcar; 13,8% retur echilibrat.

În amestecul de combustibili din stratul superior, datorită existenţei unor combustibili mai inferiori (cărbuni), s-au aplicat indici de echivalare în aşa fel, încît cantitatea medie de carbon activ din stratul superior să fie similară aceleia din stratul inferior.

Rezultatul experimentărilor de la instalaţia pilot sînt redate în tabela 1.

Cu datele prezentate în tabela 1 s-au construit figurile 1, 2 şi 3.

Din figura 1 rezultă că prin mărirea cantităţii de cărbune din stratul superior se obţine o înrăutăţire a rezistenţei mecanice a aglomeratului. Din figura 2 rezultă o scădere a producţiei specifice cu creşterea proporţiei de cărbune din stratul superior de aglomerare. Figura 3 arată că o echilibrare a returului poate avea loc la un consum de cărbune în stratul superior de 29,6 kg/t.

În această situaţie, cînd $R_R = R_C$ şi se transpun valorile interpolate ale diagramei 3 în figurile 1 şi 2 (2) se poate constata că producţia specifică la un consum de cărbune de 29,6 kg/t faţă de

* La baza întocmirii articolului au fost brevetele de invenţie nr. 53.348 şi nr. 53.754.

Tabela 1

Indicator		Referință	Experimentări					
			1	2	3	4	5	6
Înălțimea stratului,	mm	300	300	300	300	300	300	300
Timpul de sinterizare,	min	28	26	26	27	27	29	30
Depresiunea înainte de prima aprindere,	mmHg	32	30	34	35	32	34	35
Depresiunea înainte de a doua aprindere,	mmHg	—	39	41	40	38	40	40
Temperatura stratului inferior,	°C	910	620	720	560	540	520	580
Temperatura stratului superior,	°C	670	760	900	840	780	740	750
Granulația > 10 mm,	kg	47	50	49	48	46,5	45,5	45,5
Granulația < 10mm (retur),	kg	12	9	10	10,5	12,5	13,5	13,5
Rezistența mecanică (0—5 mm),	%	22,3	21,0	22,0	22,5	22,5	23,5	24,5
Umiditatea șarjei,	%	7,8	8,5	6,5	6,8	6,5	6,2	6,2
Cocsul în stratul inferior,	kg	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Cocsul în stratul superior,	kg	2,5	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	—
Cărbunele în stratul superior,	kg	—	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Carbonul în șarjă,	%	8,73	10,12	9,66	9,66	8,41	8,37	7,83
Analiza chimică :			sus jos	sus jos	sus jos	sus jos	sus jos	sus jos
CaO,	%	14,75	15,20 14,24	11,77 14,37	13,83 15,74	13,83 13,83	14,71 15,61	14,72 13,69
SiO_2,	%	15,03	15,50 15,50	17,47 15,04	12,27 15,03	16,00 15,27	15,75 15,50	16,00 15,75
FeO,	%	27,16	30,52 31,91	27,02 30,17	24,90 27,16	26,46 30,87	28,62 28,34	24,27 25,61
Fe,	%	48,54	47,43 48,54	47,74 48,82	47,15 48,82	48,12 48,82	49,10 48,54	48,54 49,10
Viteza de sinterizare,	mm/min	10,70	11,55	11,55	11,10	11,10	10,30	10,00
Producția specifică,	kg/m²·h	820	940	920	870	840	770	742
Producția specifică zilnică,	t/m²·24 h	34,2	39,0	38,2	36,3	35,0	32,0	30,9
Consumul specific de cocs,	kg/t	84,9	93,0	85,0	77,0	68,0	59,5	51,0
Consumul specific de cărbune,	kg/t	—	8,5	16,9	25,4	33,8	42,4	51,0
Indicele de echivalare a carbonului din cărbune I_{EC} față de C din cocs		—	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Cărbune I_{EC} = cocs,	kg/t	—	7,7	14,1	19,6	24,2	28,2	32,0
Total consum de combustibil,	kg/t	84,9	100,7	99,1	96,6	92,2	87,7	83,00
Returul rezultat,	%	20,4	15,2	16,9	18,0	21,2	22,9	22,9
Gradul de oxidare,	%	81	79,2 78	81,6 79	82,5 81,0	82,0 78,6	80,5 80,5	82,2 82,8

perioada de referință (cînd nu s-au consumat cărbuni) crește de la 34,2 t/m²·24 h la 35,7 t/m²·24 h.

În cazul rezistenței mecanice (fig. 1) se remarcă o înrăutățire puțin semnificativă adică fracția 0—5 mm crește de la 22,3 la 22,6%.

În ipoteza realizării unei singure aprinderi a celor două straturi cantitatea de combustibil inferior (cărbune) din stratul superior poate exista într-o proporție mică (cca. 10%) datorită faptului că materiile volatile și gudroanele se vor evacua nearse, favorizîndu-se depunerea lor pe circuitul de aspirație a gazelor arse.

Prin mărirea cantității de cărbune din stratul superior este absolut necesară eliminarea parțială sau distrugerea materiilor volatile și a gudroanelor din acest strat care reprezintă un balast în procesul de aglomerare. Acest lucru se poate realiza prin arderea sau prin evacuarea lor, deci în zona curentului descendent trebuie creată o zonă de 1 100—1 300°C, care în contact cu materiile volatile să ducă la cracarea lor, iar căldura rezultată să fie folosită parțial în procesul de sinterizare. S-a ajuns astfel la ideea realizării unui dublu strat cu două aprinderi.

Materiile volatile din stratul superior, ajungînd în contact cu zona de ardere a stratului inferior, parțial crachează, astfel încît în circuitul de aspirație a gazelor arse cantitatea de materii volatile se va reduce mult.

În urma experimentărilor efectuate s-a putut constata o creștere a productivității peste

34,2 t/m²·24 h, în cazul cînd proporţia de cocs metalurgic înlocuit cu cărbune a avut loc în condiţia echilibrării returului.

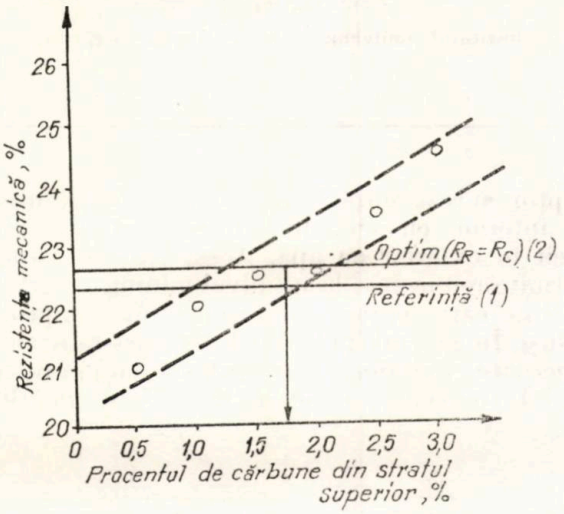


Fig. 1. Variaţia rezistenţei mecanice, în funcţie de creşterea procentului de cărbune din stratul superior :
1 — valoarea rezistenţei la referinţă, %; *2* — valoarea rezistenţei la 29,5 kg/t de cărbune, %.

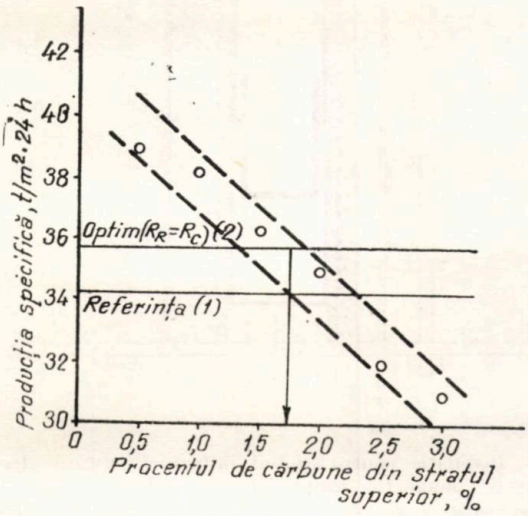


Fig. 2. Variaţia producţiei specifice în funcţie de creşterea procentului de cărbune din stratul superior :
1 — valoarea producţiei specifice la referinţă, t/m²·24 h; *2* — valoarea productivităţii la 29,6 kg/t de cărbune, t/m²·24 h.

Din întreaga înălţime a stratului prezentat în figura 4, zona *1* are rezistenţa mecanică cea mai mică (23—25% de la 0—5 mm), datorită amestecului de combustibil utilizat pentru fabricarea lui, cît şi datorită utilizării aerului rece aspirat pe această primă porţiune.

În zona *2* aglomeratul are o rezistenţă mecanică mai bună (20—22,5% de la 0—5 mm) datorită faptului că s-a utilizat aerul cald (cca. 900°C) din zona *1*.

Zona *3* prezintă un aglomerat tratat termic, caracterizîndu-se printr-o rezistenţă mecanică foarte bună (16—19% de la 0—5 mm).

Rezistenţa mecanică medie care se obţine prin aglomerarea cu două straturi şi cu două aprinderi este cu 5—10% mai bună decît în

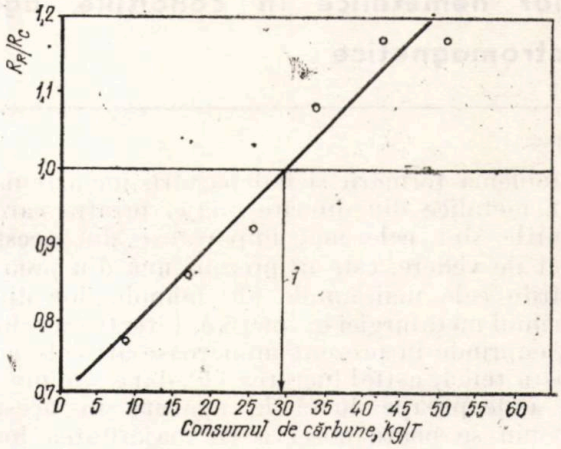


Fig. 3. Stabilirea cantităţii optime de cărbune în amestecul de şarjă cînd R_R (retur rezultat) este egal cu R_C (retur consumat):
1 — valoarea interpolată a conţinutului optim de cărbune cînd $R_R = R_C$.

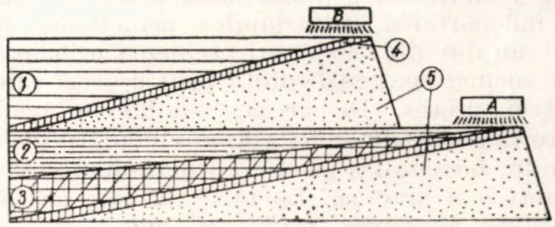


Fig. 4. Secţiune printr-un strat de aglomerat cu dublă aprindere :
1 — aglomerat obişnuit; *2* — aglomerat cu rezistenţă mecanică îmbunătăţită; *3* — aglomerat tratat termic; *4* — zonă de ardere; *5* — amestec de şarjă; *A*, *B* — cuptor de aprindere.

cazul fabricării obişnuite a aglomeratului. Gudroanele din zona *1*, cînd ajung în zona de ardere *3* vor fi reţinute datorită temperaturii ridicate a acestei zone care în acest caz va acţiona ca un filtru.

În cazul cînd în stratul superior se va utiliza un amestec de combustibil care prezintă o reactivitate mărită faţă de combustibilul stratului inferior, este necesară mărirea în aşa fel a grosimii stratului superior, încît procesul de sinterizare să se termine concomitent în ambele straturi.

Un alt avantaj al aglomerării în două straturi constă şi în faptul că se pot utiliza compoziţii diferite ale amestecurilor de şarjă. Astfel, în stratul superior se pot utiliza pînă la proporţia de 50—70% minereuri fine sau concentrate care au conţinuturi ridicate în fier, însă care nu pot fi aspirate prin sistemul de aspiraţie datorită faptului că stratul inferior acţionează ca un filtru, oprind particulele fine în drumul lor descendent.

Dinamica creşterii şi îndepărtării incluziunilor nemetalice în condiţiile agitării electromagnetice

Conf. dr. ing. I. Dragomir
Institutul politehnic „Gh. Gheorghiu"-Dej—Bucureşti

CZ. 539.219.1

Problema formării şi îndepărtării incluziunilor nemetalice din diferite aliaje, printre care oţelurile sînt cele mai importante din acest punct de vedere, este în prezent una din preocupările cele mai ample ale tehnologilor din domeniul metalurgiei extractive. Literatura tehnică cuprinde în prezent numeroase articole pe această temă, astfel lucrarea [1], dar examinînd mai îndeaproape lucrările apărute în acest domeniu se poate observa că majoritatea lor se ocupă cu latura termodinamică a problemei sau cu îndepărtarea incluziunilor dintr-o baie metalică perfect imobilă, ceea ce este absolut necesar pentru analiza teoretică dar insuficient pentru soluţionarea problemelor practice legate de îndepărtarea incluziunilor nemetalice din oţel sau din alte aliaje, ori problema principală este tocmai de a găsi soluţii pentru accelerarea acestui proces. De aceea, studiul influenţei factorilor hidrodinamici asupra eliminării incluziunilor nemetalice prezintă o mare importanţă teoretică şi practică. Lucrările în care au fost abordate asemenea probleme sînt destul de reduse la număr [2], [3].

În lucrarea de faţă s-a încercat să se stabilească modul în care agitarea băii cu ajutorul unui cîmp electromagnetic influenţează asupra procesului de formare şi îndepărtare a incluziunilor nemetalice. S-a folosit în acest scop un aliaj eutectic de argint şi cupru (71,3 % Ag + + 28,7 % Cu). S-a ales acest aliaj deoarece cu ajutorul lui se pot modela relativ bine procesele de formare şi îndepărtare a incluziunilor nemetalice din oţel. După lucrarea [4], la 973°C solubilitatea oxigenului în argint este de 0,305%, adică de acelaşi ordin de mărime cu solubilitatea lui în fier la 1 600°C (0,23 %). Folosirea acestui model „cald" al băii de oţel este convenabilă întrucît procesele urmărite se pot realiza la temperaturi mai scăzute (950— — 960°C în loc de 1 600°C), iar proprietăţile fizice ale aliajului Ag-Cu se apropie de cele ale oţelului. Astfel, tensiunea superficială şi densitatea acestui aliaj, determinate de autor în cadrul lucrării de faţă, sînt de 900 mJ/m² (1 200 mJ/m² la oţel), respectiv 9 150 kg/m³ (7 000 kg/m³ la oţel). Viscozitatea la temperatura menţionată (950—960°C) este de circa 0,0025 U.S.I. (0,025 Poise).

Aparatura şi modul de lucru. Pentru topirea aliajului Ag-Cu şi menţinerea lui în stare lichidă, în cursul experienţelor s-a folosit un cuptor cu rezistenţă de Kanthal (fig. 1), căptuşit la interior cu ciment refractar aluminos şi răcit în exterior cu apă. Acest tip de cuptor permite reducerea, la un nivel minim, a agitării băii de către curenţii induşi de către cuptorul însuşi. În general, în lucrările de această natură, efectuate anterior, s-au folosit cuptoare de înaltă frecvenţă, unde agitarea băii metalice

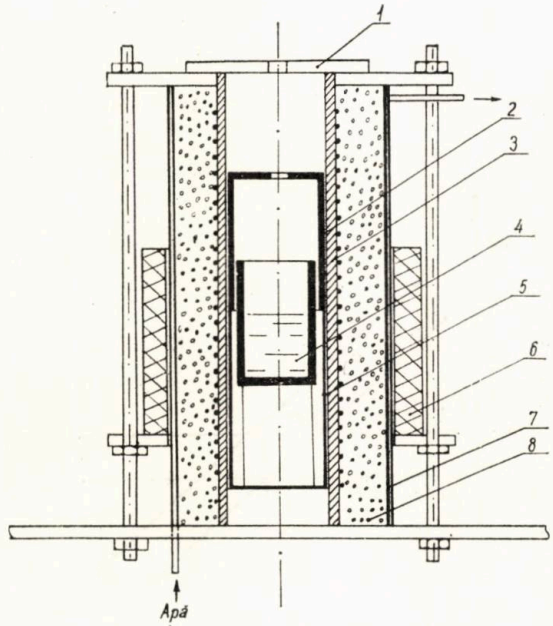


Fig. 1. Instalaţie pentru studiul influenţei agitării electromagnetice asupra aliajelor lichide:
1 — capac refractar; *2* — capac de grafit; *3* — tub refractar; *4* — creuzet de Al_2O_3; *5* — creuzet din oţel incxidabil pentru protecţie; *6* — bobină trifazată; *7* — cămaşă răcită cu apă; *8* — izolaţie.

topite este inevitabilă. Este adevărat că, pentru a se reduce efectul de agitare produs de inductor, între acesta şi creuzetul conţinînd aliajul topit se poate interpune un ecran de grafit, aceasta însă nu este soluţia optimă pentru un cuptor la care se studiază influenţa agitării băii asupra diferitelor procese.

În comparaţie cu un cuptor cu înaltă frecvenţă, cuptorul folosit în cadrul acestei lucrări prezintă cîteva avantaje. În primul rînd încălzirea nu implică şi agitarea băii metalice, pentru încălzire folosindu-se rezistenţă din sîrmă de Kanthal cu diametrul de 1 mm, în timp ce pentru agitarea băii s-a folosit o bobină trifazată, plasată la periferia cuptorului şi producînd un cîmp electromagnetic rotativ în plan orizontal. Protecţia termică a bobinei a

fost asigurată prin plasarea, între cuptor și bobină, a unei cămăși răcite cu apă. Bobina a fost alimentată de la un transformator trifazat, permițînd reglarea intensității curentului în bobină de la 0 la 25 A, variindu-se astfel și intensitatea agitării aliajului lichid, ceea ce nu este posibil la un cuptor cu înaltă frecvență. Separarea sistemului de încălzire față de cel de agitare permite agitarea aliajului

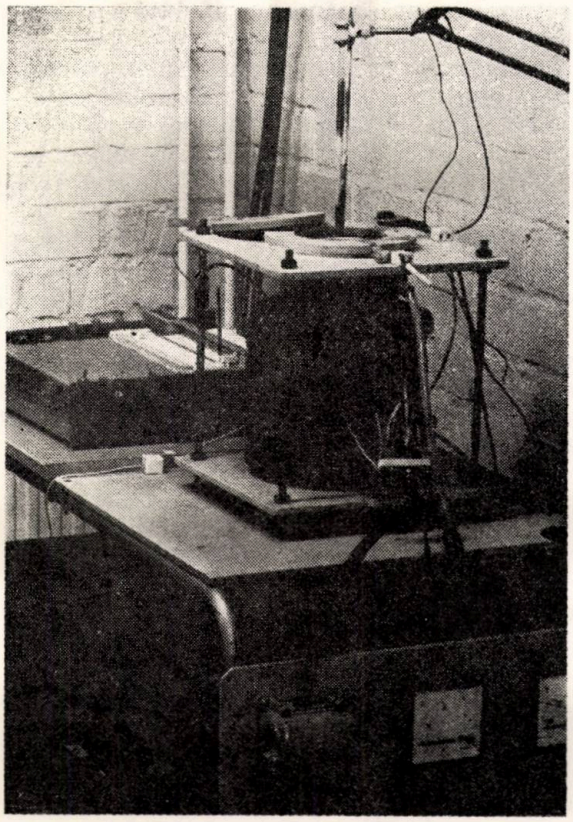


Fig. 2. Vedere generală a instalației.

de-a lungul diferitelor intervale de timp și în sensuri diferite, ceea ce, de asemenea, nu este posibil în cazul cuptorului de înaltă frecvență. Instalația este prezentată în figura 2. Pentru a se preîntîmpina oxidarea excesivă a aliajului în timpul topirii și mai ales după dezoxidare, partea de jos a cuptorului a fost închisă ermetic, cu ciment refractar, iar pe creuzet s-a pus un capac de grafit, prevăzut doar cu orificii pentru introducerea dezoxidantului, luarea probelor și diferite măsurători. Aliajul a fost preparat din argint rafinat și cupru electrolitic. Greutatea probei a fost în jur de 500 g. Pentru experiențe s-au folosit creuzete de alumină, așezate în creuzete de protecție din oțel inoxidabil, pentru cazul cînd ar avea loc perforarea lor. Temperatura a fost măsurată cu ajutorul unui termocuplu Pt-Pt Rh (13 %), plasat în capacul de grafit al creuzetului, la mică distanță de suprafața aliajului lichid.

Procedeul de lucru a fost următorul: într-un cuptor de înaltă frecvență s-a preparat aliajul din componenți puri și apoi s-a granulat în apă. Cantitatea de 500 g s-a introdus în creuzetul de alumină și s-a topit, menținîndu-se apoi la temperatura de 950—960°C. S-a introdus apoi treptat Cu_2O pur, pentru creșterea cantității de oxigen în soluție. Pentru ca experiențele să fie efectuate în aceleași condiții de saturare a aliajului cu oxigen, concentrația acestuia a fost urmărită atît cu ajutorul unei celule electrochimice cu electrolit solid ($ZrO_2 + 7\%$ CaO), cît și prin măsurarea tensiunii superficiale a aliajului. În cele din urmă s-a renunțat la primul mijloc din cauza deselor perturbări intervenite în cursul experiențelor. Prin măsurarea tensiunii superficiale s-a reușit să se urmărească în bune condiții variația conținutului de oxigen în aliaj. După cum se știe, în oțel și în alte aliaje, inclusiv în aliajul Ag-Cu folosit, oxigenul are o activitate superficială foarte mare, ceea ce face ca variațiile mici ale conținutului de oxigen în aliajul lichid să determine variații vizibile ale tensiunii superficiale.

În mod practic s-a procedat astfel: după topirea aliajului s-a adăugat treptat Cu_2O pînă cînd tensiunea superficială a atins valoarea de 600 mJ/m². S-a introdus dezoxidantul și s-au luat 10—12 probe prin aspirare în tub de cuarț cu diametrul interior de 3 mm și răcirea lor în apă, măsurîndu-se continuu tensiunea superficială a aliajului. După cum se vede din figura 3, în urma introducerii dezoxidantului tensiunea superficială a înregistrat o creștere bruscă, datorită, evident, eliminării de către dezoxidant a oxigenului dizolvat în aliaj. După un timp îndelungat tensiunea superficială începe să scadă din nou datorită reoxidării aliajului.

Dezoxidantul a fost astfel ales, încît produsele de dezoxidare să fie lichide. S-a folosit în acest scop un aliaj conținînd circa 30%Cd, 10%Li, 42%Ag și 18%Cu. Densitatea dezoxidantului

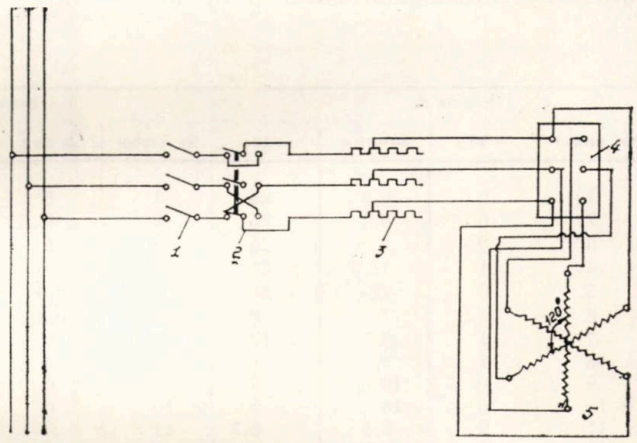


Fig. 3. Schema electrică a bobinei trifazate:
1 — contactor principal; *2* — comutator trifazat; *3* — reostate sau autotransformatoare; *4* — panou de conexiuni; *5* — bobină trifazată.

a fost de circa 4 000 kg/m³. La fiecare experiență s-au adăugat circa 2 g de dezoxidant.

Probele aparținînd unei șarje (în număr de 10—12) au fost fixate în masă de bachelită prin presare la cald, șlefuite și lustruite cu pastă

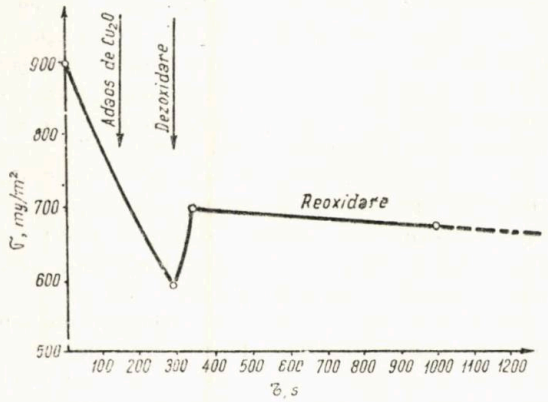


Fig. 4. Variația tensiunii superficiale în cursul experienței.

de diamant la viteză mică, după care s-a trecut la numărătoarea incluziunilor și gruparea lor după mărime. Forma sferică a incluziunilor constituie o dovadă că ele s-au aflat în stare lichidă în momentul luării probei.

S-au examinat trei feluri de șarje : fără agitarea aliajului lichid ; cu agitarea aliajului după circa 1 min de la dezoxidare și cu agitarea aliajului în timpul dezoxidării și în curs de 1 min de la începerea ei. Primele 4—8 probe au fost luate la intervale de 20—30 s, iar celelalte, la intervale de 1—3 min.

Rezultatele experiențelor. După cum au arătat încercările preliminare, agitarea aliajului lichid la o intensitate mică a curentului în bobine nu se resimte vizibil la creșterea și eliminarea incluziunilor nemetalice. Lucrul cu intensitate foarte mare însă nu a fost posibil din cauza suprasolicitării transformatorului și de aceea toate experiențele au fost efectuate la 20 A, ceea ce corespunde unei cifre Reynolds Re ≅ 2 000.

În tabela 1 sînt prezentate rezultatele examinării la microscop a probelor luate în cursul a 10 experiențe, considerate ca avînd un mers normal. Cu S_1 s-au notat șarjele de referință, la care baia nu a fost agitată electromagnetic, cu S_2, grupul de 4 șarje la care agitarea electromagnetică a început după 1 min de la dezoxidare și cu S_3, grupul de 4 șarje la care agitarea electromagnetică a început o dată cu dezoxidarea și a durat circa 1 min.

Incluziunile au fost grupate în trei categorii, după mărime : peste 20 microni ; 10—20 microni ; sub 10 microni. În fiecare probă s-au examinat cîte cinci cîmpuri, la mărirea de × 520, numărîndu-se incluziunile din fiecare categorie.

Se observă că agitarea electromagnetică a băii are în toate cazurile un efect favorabil asupra eliminării incluziunilor nemetalice. Se menționează însă faptul că în lucrarea de față nu s-a urmărit în mod special viteza de eliminare a incluziunilor, ci influența agitării electromagnetice asupra mărimii incluziunilor, fiind cunoscut că, după legea lui Stokes :

$$v = \frac{2}{9} r^2 \frac{g}{\eta} (\gamma_a - \gamma_i),$$

unde : v este viteza de ridicare a incluziunilor, m/s ;
r — raza incluziunii, m ;
g — accelerația căderii libere, m/s² ;
η — viscozitatea dinamică a aliajului, kg/m·s ;
γ_a — densitatea aliajului, kg/m³ ;
γ_i — densitatea incluziunii, kg/m³,

factorul determinant în procesul de ridicare la suprafață a incluziunilor fiind raza acestora. După cum arată studiile efectuate în această direcție, creșterea incluziunilor este influențată, în cea mai mare măsură, de ridicarea gradului

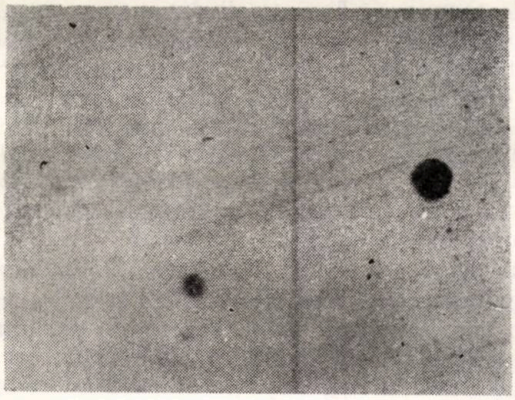
Tabela 1

Șarjele S_1				Șarjele S_2				Șarjele S_3			
Nr. probei	> 20 μ	20—10 μ	< 10 μ	Nr. probei	> 20 μ	20—10 μ	< 10 μ	Nr. probei	> 20 μ	20—10 μ	< 10 μ
1	0	8,6	25	1	0	5	13	1	1,8	6,5	16,5
2	0	8,6	25	2	0	8	23	2	2,6	5,8	17,2
3	0	9	25	3	0	5	11	3	2,4	7,6	17,7
4	1	12,5	20	4	2,6	2,5	6	4	1	7,0	15
5	0	18	20	5	0,8	1,4	2,2	5	0,4	2,8	10
6	2	7	9	6	0,4	0,4	0,4	6	0,4	2,2	7,6
7	1	8	13	7	0	0,2	0,4	7	0,4	2,8	6,6
8	1	9	8	8	0	0,4	0,4	8	0	1,2	2
9	0	10	7	9	0	0,2	0,2	9	0	0,4	0,8
10	0	13	8	10	0	0,2	0,2	10	0	0,4	0,4
11	0	8,3	6,7	11	0	0,2	0,2	11	0	0,4	0,4
12	0	7,8	5,6	12	0	0,2	0,2	12	0	0,2	0,4

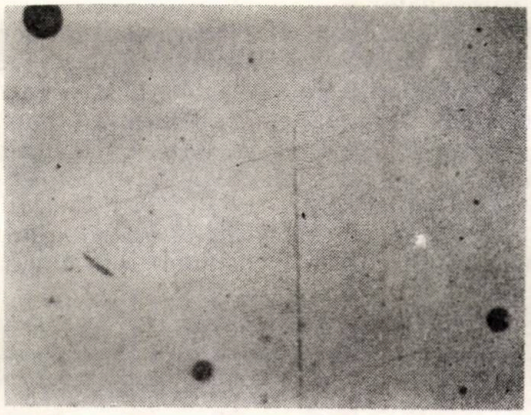
Obs. : Cifrele indică numărul mediu de incluziuni din categoria respectivă (din 5 cîmpuri examinate).

de turbulenţă a aliajului, ceilalţi factori avînd un rol secundar (creşterea difuzivă, mişcarea browniană, ciocnirea ca urmare a diferenţelor de viteză ascensională).

a



b



c

Fig. 5. Incluziuni nemetalice în proba nr. 4 (circa 200 s de la dezoxidare; mărirea × 520): *a* – şarje S_1; *b* – şarje S_2; *c* – şarje S_3.

Din datele cuprinse în tabela 1 rezultă că în cazul şarjelor de referinţă au predominat incluziunile mici şi mijlocii, a căror eliminare a fost greoaie, fapt certificat de prezenţa lor pînă în proba nr. 12 (300 s de la dezoxidare). În cazul agitării băii, începînd cu 60 s de la dezoxidare, în primele 3 probe (luate imediat după dezoxidare) au predominat tot incluziunile mijlocii şi mici dar din momentul începerii agitării electromagnetice au început să apară şi incluziuni mari (peste 20μ) şi să scadă numărul incluziunilor mai mici. Procesul de eliminare a incluziunilor se încheie la aceste şarje după proba nr. 5, adică după 170 s de la dezoxidare. Evident, aceasta se explică prin coalescenţa incluziunilor ca urmare a turbulenţei create de agitarea electromagnetică şi ieşirea mai rapidă a incluziunilor la suprafaţă, datorită creşterii mărimii lor medii.

În cazul şarjelor S_3, sub influenţa agitării electromagnetice a aliajului procesul de dezoxidare a decurs mai intens, germenii incluziunilor au crescut mai rapid şi, astfel, încă din prima probă luată după dezoxidare apar, alături de cele mijlocii şi mici, şi incluziuni mari (peste 20 μ). Procesul de eliminare a incluziunilor se încheie după proba 7, adică la 200 s de la dezoxidare.

În concluzie, rezultatele obţinute permit să se afirme cu certitudine că agitarea electromagnetică a băii lichide reprezintă un mijloc eficient de creştere a dimensiunilor incluziunilor şi de accelerare a eliminării lor din aliajele lichide.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Krister Torsell Removal of inclusions resulting from deoxidation of iron with silicon.* Uppsala, 1968.

[2] Lindborg U. şi Torsell K. *A collision model for the growth and separation of deoxidation products.* Trans. A.I.M.E. vol. 242, ian., 1968.

[3] Torsell K. şi Olette M. *Influence de la formation d'amas sur l'élimination des inclusions d'alumine provenant de la désoxidation du fer liquide par l'aluminium.* Revue de métallurgie, dec., 1968.

[4] Colin J. Smithels. *Metals reference book.* Londra, 1967.

[5] Dragomir I. *Revue roumaine des sciences techniques.* Série de Métallurgie, nr. 2, vol. 9, 1964.

Autorul aduce pe această cale mulţumiri prof. Sven Eketorp şi ing. Sten Linder de la Institutul Regal de Tehnologie din Stokholm pentru concursul dat la efectuarea părţii experimentale a acestei lucrări.

Cercetări privind natura incluziunilor nemetalice din oțelul Martin de la C. S. Reșița

Ing. A. Bender și ing. V. Pop
Centrala siderurgică — Reșița

CZ. 669.14 : 669.183.2 : 539.219.1

Posibilitatea de micșorare a conținutului de incluziuni nemetalice rezultă din influența pe care o are puritatea oțelului asupra proprietăților mecanice (rezistența la curgere, la oboseală, la fluaj, la coroziune etc.).

Pe baza unor încercări industriale [1], [2] s-a arătat că atît procesul de elaborare înaintea dezoxidării, cît și tehnologia dezoxidării au o influență indiscutabilă asupra conținutului de incluziuni nemetalice.

La începutul dezoxidării, cînd activitatea oxigenului este mare, se formează oxizi bogați în oxigen. Pe măsură ce activitatea oxigenului scade și crește activitatea elementului dezoxidant, se formează oxizi din ce în ce mai săraci în oxigen (a căror solubilitate în baie crește), deci scade efectul de dezoxidare. La adăugarea dezoxidantului de obicei oxigenul dizolvat în oțel scade brusc, tinzînd spre valoarea de echilibru cu elementul respectiv.

În oala de turnare, ca urmare a micșorării temperaturii oțelului, cantitatea oxigenului dizolvat scade într-o măsură neînsemnată datorită modificării constantei de echilibru.

La turnarea în lingotieră, ca urmare a pierderii supraîncălzirii și mai ales la trecerea oțelului din stare lichidă în stare solidă, intervine încă o scădere sensibilă a solubilității oxigenului.

Evoluția conținutului total de oxigen $\Sigma[O]$ este, în principal, determinată de îndepărtarea produselor de dezoxidare. Astfel Σ [O] se modifică puțin pînă la sfîrșitul evacuării deoarece numai o cantitate mică de incluziuni reușește să părăsească baia în primele momente după introducerea dezoxidanților. Spre sfîrșitul evacuării și în timpul menținerii oțelului în oală se intensifică procesul de formare și îndepărtare a incluziunilor nemetalice, iar ca urmare conținutul total de oxigen Σ [O] scade. Din cele de mai sus rezultă că pentru obținerea unui oțel cît mai pur este necesar ca: separarea produselor primare de dezoxidare (care depinde de conducerea proceselor de dezoxidare și de natura produselor de dezoxidare formate) să fie terminată înainte de începerea turnării; în momentul turnării, conținutul de oxigen solubil în oțelul lichid să fie cît mai mic pentru a menține redusă cantitatea de produse secundare de dezoxidare care iau naștere pînă la solidificarea completă și care se separă relativ greu sau nu se mai separă datorită condițiilor nefavorabile (presiune ferostatică, viscozitatea oțelului etc.).

În urma studiilor efectuate [3] reiese că incluziunile ușor fuzibile germinează și cresc mai ușor, servind drept centre de formare a incluziunilor greu fuzibile, cu tensiune interfazică mare (SiO_2, Al_2O_3), la care aderă și în care se dizolvă treptat, ceea ce duce la creșterea particulelor.

După alți cercetători [4] procesul de germinare și de separare este favorabil și la folosirea unor dezoxidanți puternici; în acest caz deși particulele sînt mai mici, tensiunea superficială mare le ajută să decanteze. Incluziunea nemetalică nu este umectată de metal, ci eliminată la suprafață.

Cînd valoarea tensiunii interfazice metal-incluziune este mică, incluziunea este umectată

Tabela 1

Nr. șarjei	C, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %	Cu, %	Ni, %	Cr, %	Mo, %	Profilul laminat, mm	Șaibe pe profil, buc.	Șlifuri pe șaibă, buc.	Total șlifuri pe profil
1	0,42	0,33	0,72	0,035	0,023	0,19	1,06	0,66	—	Ø180	3	7	21
2	0,60	0,28	0,71	0,020	0,025	0,11	0,02	0,02	—	Ø250	4	11	44
										160/160	1	7	7
											8	6	48
3	0,16	0,26	0,55	0,013	0,023	0,14	0,03	0,03	—	Ø120	4	5	20
4	0,18	0,06	0,39	0,013	0,017	0,19	0,03	0,03Al	0,075	80	9	4	36
5	0,18	0,29	0,55	0,015	0,019	0,12	0,03	0,03	—	70	9	4	36
6	0,16	0,30	0,60	0,011	0,022	0,23	0,06	0,05	—	Ø120	9	5	45
7	0,42	0,24	0,61	0,019	0,022	0,11	0,08	1,27	0,25	160/160	5	7	35
											4	6	24
8	0,38	0,26	0,69	0,014	0,021	0,17	0,05	1,12	0,20	160/160	1	7	7
											5	6	30
9	0,51	0,31	0,85	0,017	0,022	0,12	0,06	1,00	—	70	6	4	24

de metal și nu reușește să străbată pelicula superficială a acestuia.

Viteza de decantare a incluziunilor este dată [5] de relația:

$$V = \frac{2}{3\eta}\left[\frac{R^2 g \Delta d}{3} - \frac{W_A - 2\sigma_{incl}}{\pi}\right],$$

unde:

v reprezintă viteza de decantare a incluziunii;
η — viscozitatea oțelului;
R — raza incluziunii;
Δd — diferența de densitate dintre oțel și incluziune;
σ_{incl} — lucrul de adeziune a incluziunilor de oțel;
$W_A = \sigma_M + \sigma_Z - \sigma_{MZ}$;
σ_M și σ_Z reprezintă tensiunile superficiale ale metalului și zgurei iar σ_{MZ}, tensiunea interfacială la granița metal-zgură.

Din această formulă rezultă că incluziunile de oxid de aluminiu se decantează de cîteva ori mai repede decît cele de siliciu de aceleași dimensiuni. Viteza mai depinde și de viscozitatea metalului după introducerea elementelor dezoxidante, aceasta fiind mai mică la utilizarea aluminiului decît în cazul siliciului.

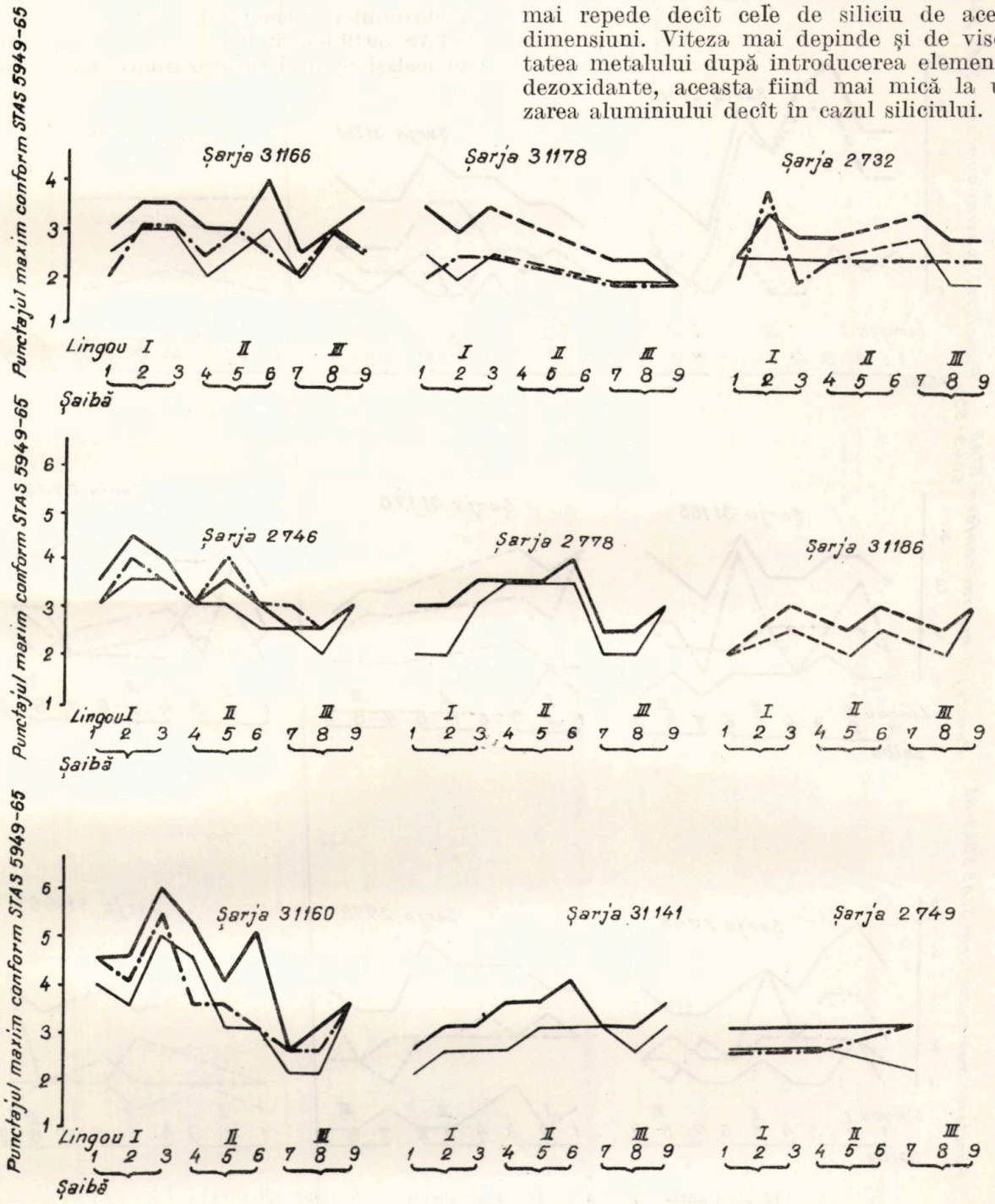


Fig. 1. Suma incluziunilor nemetalice (cel mai impur cîmp): ▬ — miez; — — margine; — · — · — mijloc; — — — linie de legătură între probe.

În vederea determinării purității oțelurilor Martin, elaborate la C.S.R., s-au urmărit nouă șarje, oțel de diferite calități, cu carbon scăzut și ridicat, aliat cu diferite elemente (crom, nichel, siliciu, molibden).

Datele privind aceste șarje sînt cuprinse în tabela 1.

Tabela 1 cuprinde și profilul laminat din fiecare calitate, numărul de șaibe din fiecare profil și numărul de probe metalografice executate pe șaibe și pe total. Din laminatul rezultat dintr-un lingou s-a tăiat cîte o șaibă din zona de la picior, de la mijlocul lingoului și dinspre maselotă. Din discuri s-au confecționat șlifuri, din miez, de la margine și din zona intermediară a profilului respectiv. Șlifurile metalografice au fost analizate la microscopul universal I.O.R., la mărirea de 100. Determinarea incluziunilor nemetalice s-a efectuat după STAS 5949-65, indicîndu-se punctajul maxim în același cîmp al tuturor tipurilor de incluziuni

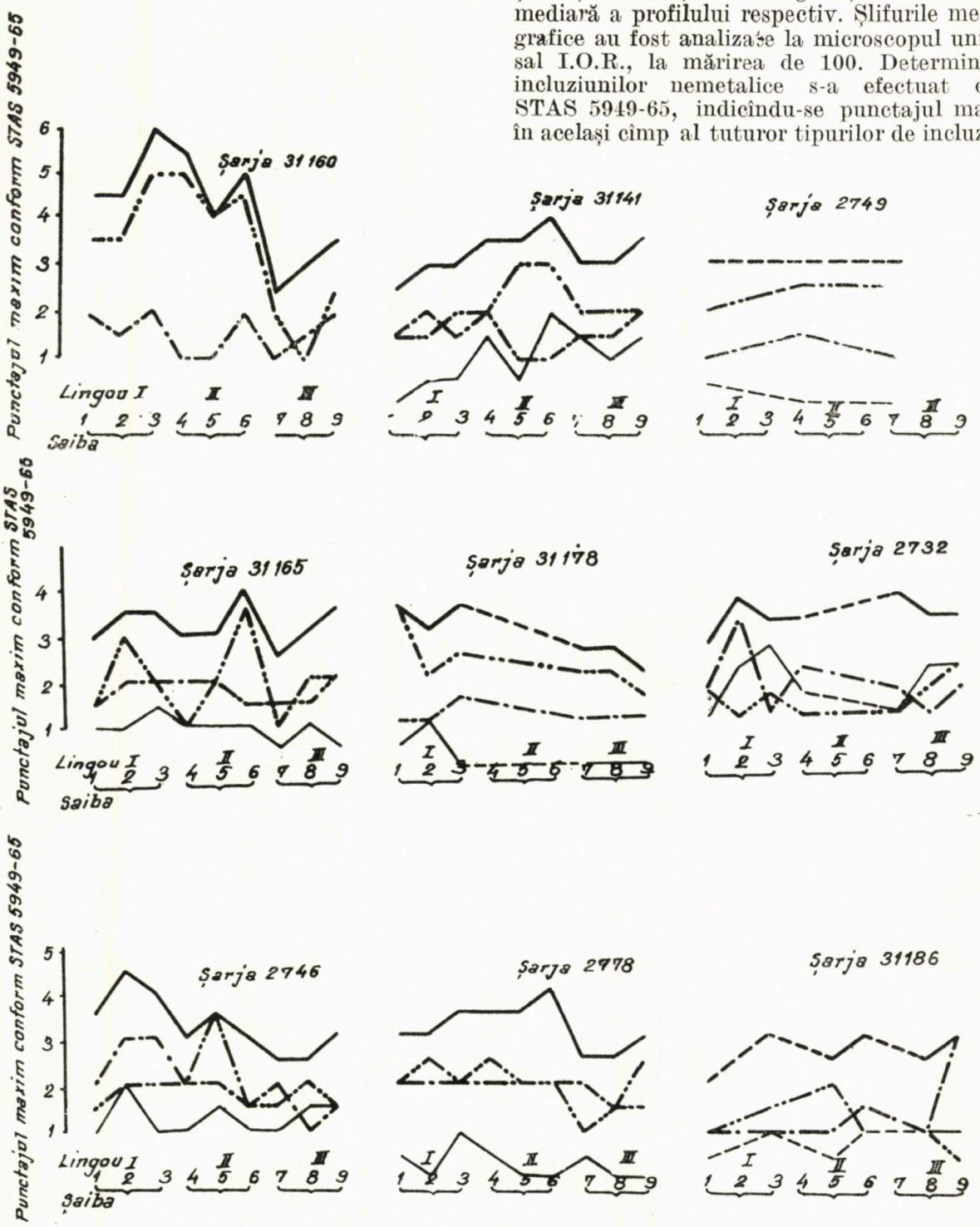


Fig. 2. Punctaj maxim pe tipuri de incluziuni (cîmpuri diferite):
— cîmp maxim impurificat cu toate incluziunile; —·— cîmp maxim impurificat cu silicați;
—··— cîmp maxim impurificat cu oxizi; — cîmp maxim impurificat cu sulfuri; – – – linie de legătură între probe.

(conținute în cel mai impur cîmp) și pe tipuri de incluziuni pe cîmpuri diferite.

Pe baza datelor obținute s-a întocmit graficele prezentate în figurile 1, 2 și 3.

În figura 1 sînt arătate punctajele maxime, obținute pentru fiecare șarjă, pe lingou, șaibă și zone (miez, margine, mijloc). Din situația prezentată rezultă:

— în secțiunea laminatului cele mai multe incluziuni se găsesc în centrul secțiunii;

— la majoritatea șarjelor, șlifurile cu punctajul cel mai mare sînt cele din zona dinspre maselota lingoului;

— cînd cele mai multe incluziuni se găsesc la mijlocul lingoului, gradul de impurificare între primul și ultimul este aproape același;

— la șarjele unde piciorul lingoului este mai purificat poate avea loc o creștere a incluziunilor de la primul la ultimul lingou turnat;

— în general însă incluziunile cele mai multe se găsesc în lingourile de la începutul turnării.

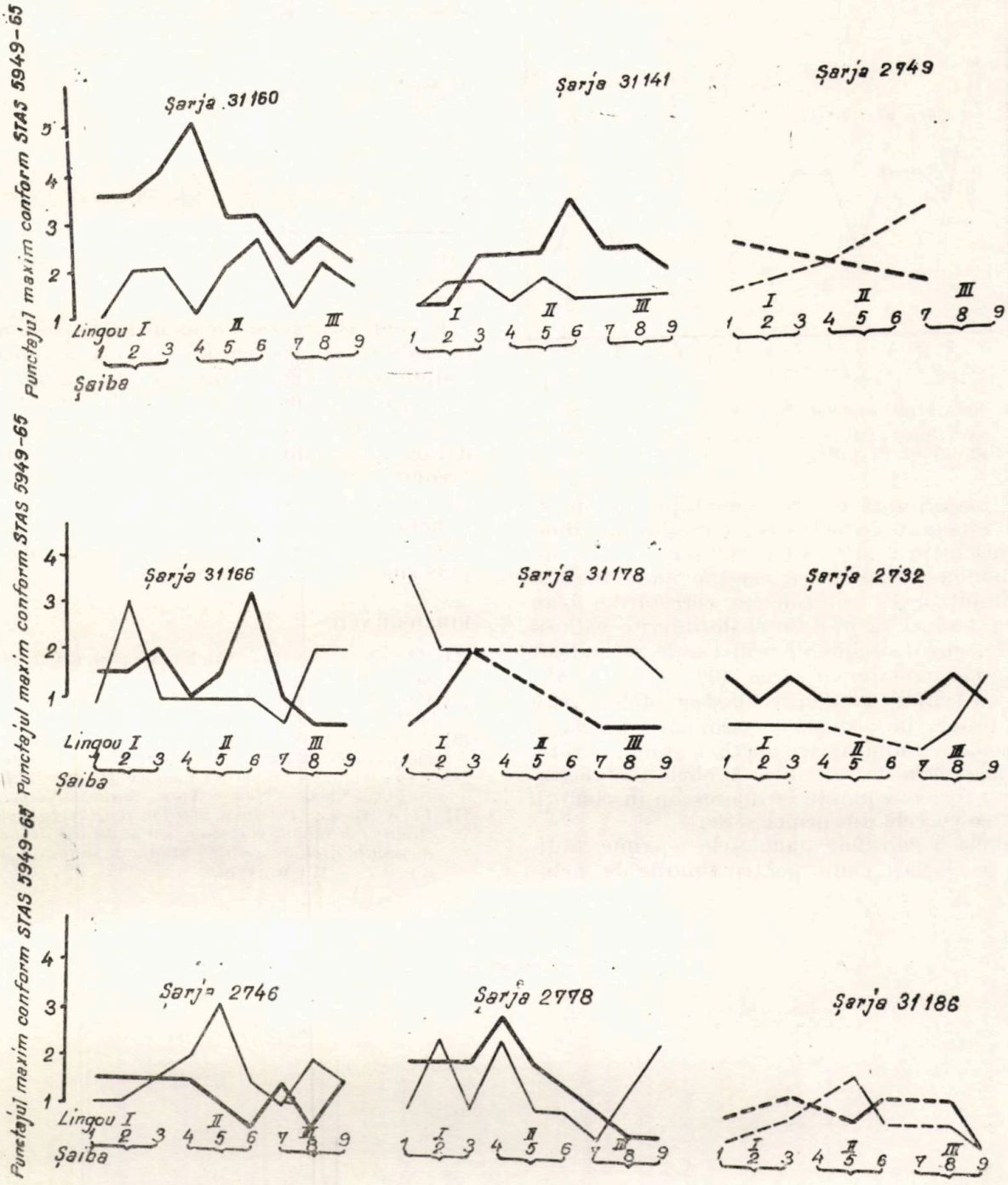


Fig. 3. Punctaj maxim al oxizilor (cîmpuri diferite):
▬ — oxizi liniari; — — — oxizi punctiformi.

În figura 2 sînt arătate punctajele maxime pe tipuri de incluziuni pe cîmpuri diferite, numai pentru miezul probelor. Din această figură reiese că dintre tipurile de incluziuni cercetate predomină cele sub formă de oxizi. Acestea au fost defalcate pentru toate şarjele în oxizi liniari şi punctiformi şi prezentate sub formă de diagrame în figura 3.

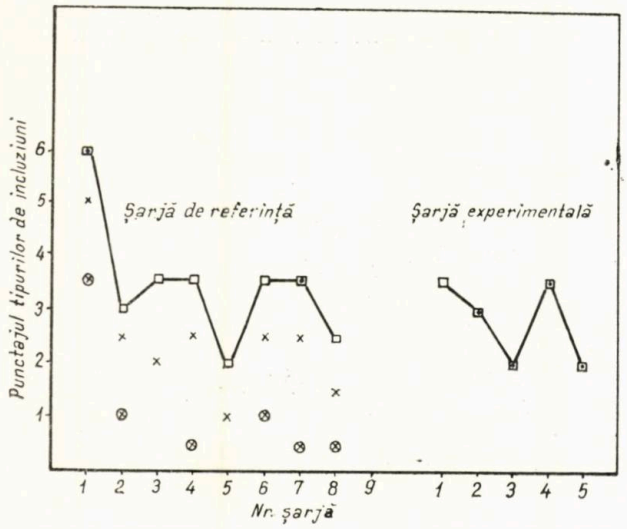


Fig. 4. Natura incluziunilor la cele două serii de şarje: ⊗ — oxizi liniari (OL); x — oxizi punctiformi (OP); □ — silicaţi fragili (SF); ⊡ — silicaţi plastici (SP).

La majoritatea şarjelor punctajul maxim la oxizi este dat de către cei punctiformi, fiind cuprins între 2 şi 5. În cazul şarjelor la care predomină oxizii liniari, aceştia ajung pînă la punctajul 3. În continuarea cercetărilor s-au elaborat cinci şarje de oţel de diferite calităţi la care, spre deosebire de prima serie, s-a aplicat o predezoxidare cu circa 200 — 300 g Al/t oţel. În timpul laminării acestor oţeluri s-au luat probe, în vederea determinării purităţii, din zona de impurificare maximă stabilită anterior la şarjele de referinţă. Probele metalografice au fost examinate la microscop în condiţii identice cu cele din prima serie.

Tabela 2 cuprinde punctajele maxime, obţinute pe acelaşi cîmp, pentru tipurile de incluziuni atît ale şarjelor de referinţă, cît şi ale celor experimentale.

Tabela 2

Şarje de referinţă								
Nr. şarjei	1	2	3	4	5	6	7	8
Incluziuni	6	3	3,5	3,5	3	4	3,5	3
OL	3,5	1	—	0,5	—	1	0,5	0,5
OP	1,5	1,5	2	2	1	1,5	2	1
SF	—	0,5	1,5	1	1	1	—	1
SP	1	—	—	—	—	—	1	—
S	—	—	—	—	1	0,5	—	0,5

Şarje experimentale					
Nr. şarjei	1	2	3	4	5
Incluziuni	4	5	5	4	5
OL	—	—	—	—	—
OP	—	—	—	—	—
SF	3,5	—	—	—	—
SP	—	3	2	3,5	2
S	0,5	2	3	0,5	3

Obs.: Datele cuprinse în tabela 2 sînt reprezentate grafic în figura 4.

Făcînd abstracţie de incluziunile sub formă de sulfuri asupra cărora nu s-a acţionat în timpul dezoxidării, nivelul de impurificare la şarjele experimentale este la fel sau mai mic decît al celorlalte şarje; s-a schimbat însă natura incluziunilor în sensul că oxizii care au predominat ca punctaj în prima serie au fost eliminaţi aproape complet, în schimb a crescut punctajul incluziunilor de silicaţi, îndeosebi al celor plastici, fără a se depăşi însă suma oxizi plus silicaţi din şarjele iniţiale.

BIBLIOGRAFIE

[1] Plöckinger E. şi Wahlster M. C.I.T. — C.D.S nr. 7—8, 1960, p. 659.

[2] Plöckinger E. Stahl und Eisen, 77, 1967, p. 701—714.

[3] Javoiskii V. J. *Theorie der Stahlerzeugung.* VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1969.

[4] Plöckinger E. şi Straube H. *Die Edelstahlerzeugung*, Viena — New — York, Springer-Verlag, 1965.

[5] Ilin G. ş.a. *Folosirea zgurelor sintetice la elaborarea oţelurilor de calitate şi procedee noi de dezoxidare a oţelului elaborat în cuptoare electrice.* Studiu de sinteză $D_2$04—05, C.D.P.T. — M.I.M., 1970.

Dr. ing. T. Dulămiță, ing. Lucia Cincă și ing. E. Florian
Institutul politehnic „Gheorghe Gheorghiu-Dej" — București

Cercetări în vederea îmbunătățirii calității reducțiilor pentru prăjini de foraj

CZ 669.14 : 622.24.053

Forajul la adîncimi mari necesită utilizarea elementelor coloanei de susținere (prăjini, reducții) a sapelor cu performanțe îmbunătățite care să reziste în condițiile unor solicitări din ce în ce mai puternice. Aceasta cu atît mai mult, cu cît avarierea în timpul exploatării a unuia din elementele coloanei duce la pagube foarte mari.

În lucrare sînt cuprinse rezultatele cercetărilor desfășurate de autori în vederea îmbunătățirii calității reducțiilor pentru prăjini cu îngroșare interioară și prăjini grele de foraj, care să asigure o exploatare corespunzătoare a instalațiilor de foraj în condițiile grele de solicitare impuse de forajul la mare adîncime.

Concluzille constituie rezultatul cercetărilor efectuate asupra unor reducții rupte în exploatare, precum și a unor reducții neexploatate. De asemenea, s-a studiat comportarea în timpul tratamentului termic a oțelului 41 CN 12 din care se execută reducțiile.

Cercetări asupra reducțiilor rupte în exploatare. Cercetările metalografice și încercările mecanice au fost efectuate pe probe prelevate dintr-o reducție ruptă în timpul forajului de tip cep-cep de 41/2".

Caracteristicile mecanice determinate pe probe prelevate din reducția ruptă (atît din partea conică, cît și din cep) sînt date comparativ cu prevederile STAS-ului de produs 1899—67 în tabela 1.

Tabela 1

Probe prelevate din	Valorile caracteristicilor mecanice				
	σ_r, kgf/mm²	δ, %	Z, %	HB	KCU, kgfm/cm²
Partea cilindrică	88	16	62	275	9
Cep	92	17	61	300	13
Conf. STAS	90—110	14—12	—	265—320	min. 8

După cum rezultă din analiza acestor date, valorile rezistenței de rupere corespund numai în zona cepului, în timp ce în zona cilindrică ele se află sub limita inferioară a intervalului prescris de standard în condițiile păstrării unor valori acceptabile pentru reziliență (dar mult superioare în cep față de partea cilindrică).

Microstructura materialului în zona cilindrică (fig. 1) explică valoarea scăzută a rezistenței de rupere prin existența în masa sorbitică a unor cristale de bainită insuficient revenită (marcată prin săgeată).

Cercetări asupra reducțiilor neutilizate. Cercetările efectuate pe un număr mare de reducții neutilizate au scos în evidență existența în partea cilindrică a unor fisuri transversale în unele regiuni și longitudinale, în altele.

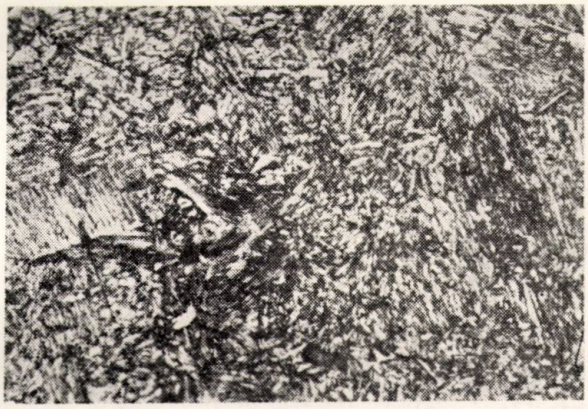


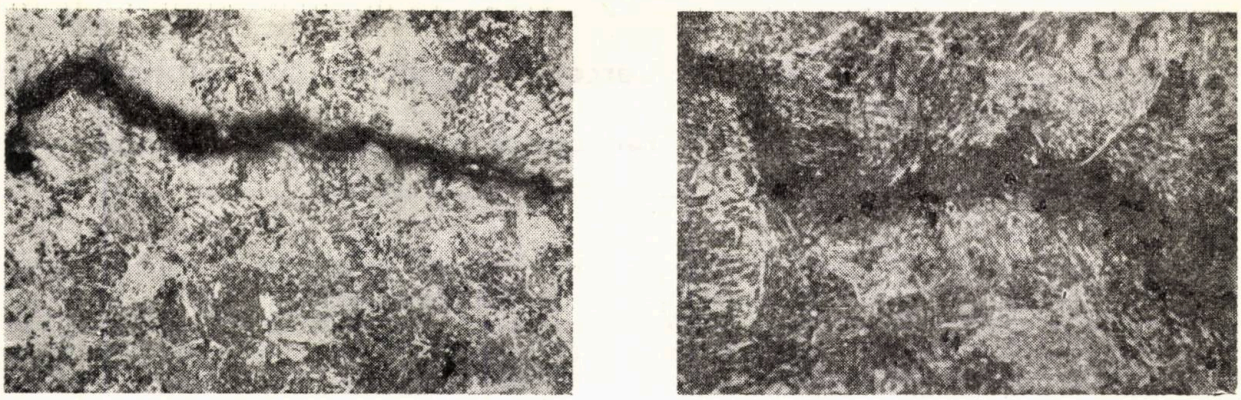
Fig. 1. Microstructura oțelului 41 CN 12 în zona de rupere 450 : 1. Atac nital 2 %.

Microstructurile din zona unei fisuri longitudinale (fig. 2, *a*) și a unei fisuri transversale (fig. 2, *b*) au la margine un aspect similar celui din zonele fără fisuri ale reducției, ceea ce demonstrează ca posibilă formarea lor în procesul de răcire.

Dintre cauzele posibile ale formării fisurilor cea mai probabilă o constituie aceea că reducțiile se călesc după operațiile de găurire și eboșare prin care se face și conicizarea cepului. În aceste condiții, gradul de neuniformitate al transformării martensitei, accentuat de variațiile de secțiune ale piesei eboșate și de lungimea mare a ei, creează pericolul de fisurare.

Încercările mecanice efectuate pe aceste reducții au scos de asemenea în evidență faptul că valorile rezistenței de rupere și ale rezilienței nu se găsesc decît la limita inferioară pe probele prelevate din cep, mărirea uneia dintre caracteristicile acesteia către valorile superioare intervalului impus de standard ducînd la scăderea sub limita impusă pentru cealaltă caracteristică (tabela 2).

Cercetările privind călibilitatea oțelului 41 CN 12. Călibilitatea oțelului 41 CN 12 a fost determinată prin metoda călirii frontale pe probe din oțelul a cărei compoziție chimică este dată în tabela 3.



a *b*

Fig. 2. Microstructurile zonelor fisurate. 200 : 1. Atac nital 2 % :
a – fisură longitudinală ; *b* – fisură transversală.

Tabela 2

Proba prelevată din	Caracteristicile mecanice obținute			
	σ_r, kgf/mm²	δ, %	HB	KCU, kgf.m/cm²
Partea cilindrică	85–95	12–15	260–315	7–11
Cep	90–110	12–15	270–320	8–11

În figura 3 sînt prezentate curba de călibilitate (*1*) și curbele de revenibilitate (*2*, *3*, *4* și *5*) pentru oțelul respectiv. Din analiza acestor curbe rezultă următoarele :

— pentru a se obține o duritate de 300 HB după o revenire de o oră (pentru grosimea

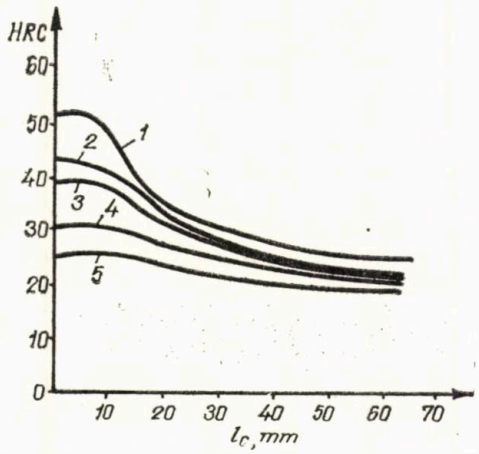


Fig. 3. Curbele de variație a durității cu distanța de la capătul răcit a probei Jominy pentru proba în stare călită și pentru probe revenite la diferite temperaturi :
1 – călit ; *2* – revenit la 480°C ; *3* – revenit la 580°C ; *4* – revenit la 600°C ; *5* – revenit la 640°C.

probei Jominy) la 600°C este necesar ca structura inițială să fie martensitică ;

— din poziția curbei *1* și cu ajutorul curbelor din figura 4 rezultă că diametrul maxim al unei probe cilindrice pentru care se obține prin călire în apă minimum 50 % martensită la distanță de ½ R de centru este de 63–65 mm. Această valoare este foarte mică în raport cu diametrul echivalent în porțiunea cilindrică a

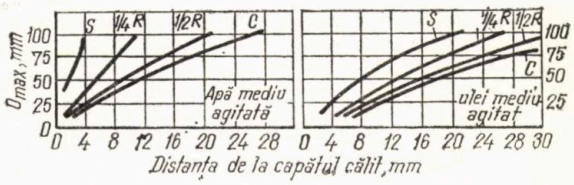


Fig. 4. Diagramă pentru determinarea diametrului maxim al pieselor în funcție de distanța de la capătul răcit al probei Jominy.

reducției considerate de circa 100 mm. Cu atît mai necorespunzătoare este situația, ținînd seamă de faptul că reducțiile se călesc în motorină, mediu cu intensitate de răcire mai mică decît a apei.

Acesta este de fapt și motivul pentru care valorile caracteristicilor mecanice de exploatare (σ_r, KCU) în partea cilindrică a reducției nu au fost obținute integral pentru șarja studiată în limitele intervalelor prevăzute de standardul de produs, în timp ce în cep, în continuarea căruia se prevede un adaos necesar prelevării probelor pentru încercările mecanice, avînd diametrul mai mic, aceste valori se găsesc la limita minimă, dar în acest interval.

Tabela 3

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	P, %	S, %
0,37	0,68	0,23	0,65	1,15	0,014	0,011

În baza celor arătate, precum și din prelucrarea statistică a rezultatelor încercărilor mecanice, pe un număr mare de reducții, a reieșit necesitatea unui studiu al comportării la călire a mărcii de oțel 41 CN 12 din care se execută reducțiile, pornindu-se pentru aceasta de la

analiza benzii de călibilitate, prezentată în figura 5.

Folosind nomograma lui M. E. Blanter şi A. S. Goldenberg [4] s-a determinat prin calcul epura durităţilor pe secţiunea unor cilindri

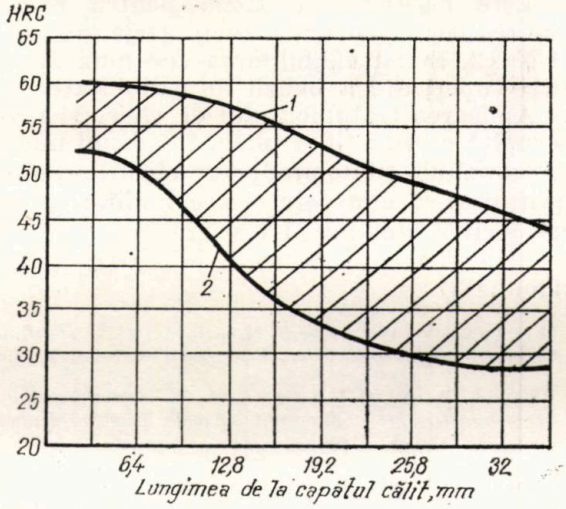


Fig. 5. Banda de călibilitate a mărcii de oţel 41 CN 12 [1].

plini cu diametrele respective de 150, 120, 100, 75, 50, 25 mm, căliţi în apă, executaţi din oţel 41 CN 12, avînd curbele de călibilitate corespunzătoare curbei maxime (*1*) şi minime (*2*) a benzii de călibilitate din figura 5. Metoda analitică utilizată permite determinarea cu aproximaţie bună (verificată experimental pe un cilindru cu diametrul de 100 mm, avînd curba de călibilitate *1* din fig. 3) a durităţii în orice punct de pe secţiunea probei cilindrice, folosind datele obţinute la călirea frontală a probei Jominy (fig. 6).

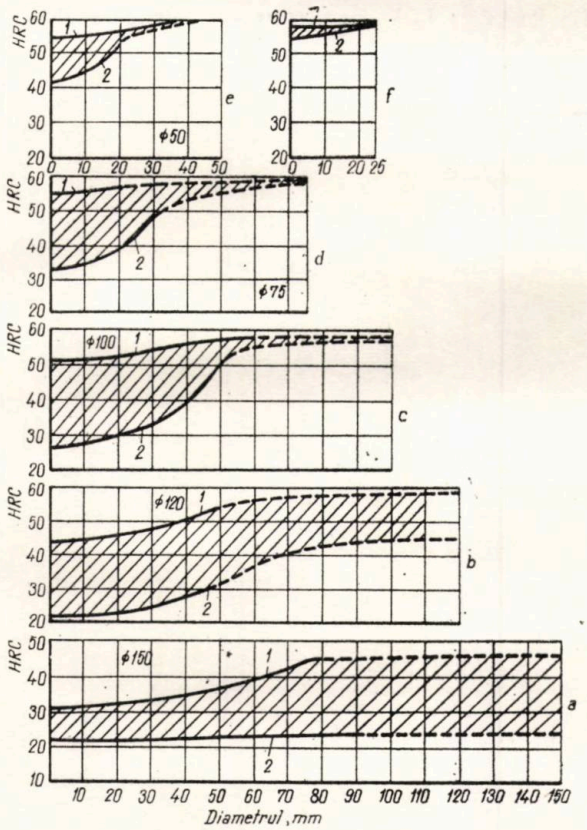


Fig. 6. Repartiţia durităţilor pe secţiunea cilindrului cu diametre de 150 (*a*), 120 (*b*), 100 (*c*), 75 (*d*), 50 (*e*), 25 (*f*), mm.

În plus, era foarte dificil de elaborat şarje ale căror curbe de călibilitate să corespundă exact curbelor extreme ale benzilor de călibilitate.

Ţinînd seamă de modul de solicitare al reducţiilor, precum şi de importanţa deosebită a acestora, în buna funcţionare a coloanei de foraj, se admite ca procent minim de martensită în centrul cilindrului de 50 %, ceea ce corespunde unei durităţi de 43—45 HRC. Duritatea de minimum 43—45 HRC se obţine, conform curbelor din figura 6, la următoarele distanţe din centrul cilindrului (tabela 4 şi fig. 7, *b*).

Tabela 4

Diametrul cilindrului, mm	Duritatea obţinută în centrul cilindrului		Distanţa de la centrul probei în care se obţine o duritate minimă de 43 HRC	
	Conf. curbei *2*, HRC	Conform curbei *1*, HRC	Curba *1*	Curba *2*
150	25	31	—	75
120	25	44	80	0
100	26	50	43	0
75	32	53	55	0
50	42	55	0	0
25	55	57	0	0

După cum rezultă din tabela 4 şi din curbele din figurile 7, *a* şi *b* o duritate de minimum 42 HRC se obţine prin călire în apă în centrul unui cilindru cu diametrul de maximum 50 mm, confecţionat din oţel, avînd curba de călibilitate la limita minimă a benzii de călibilitate

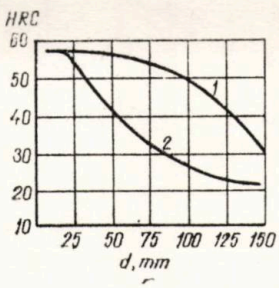


Fig. 7, *a*. Variaţia durităţii în centrul cilindrului în funcţie de diametrul acestuia.

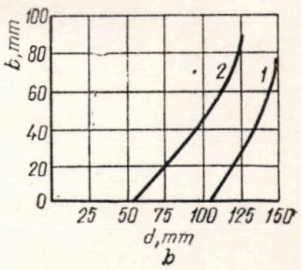


Fig. 7, *b*. Variaţia distanţei din centrul cilindrului la care se obţine o duritate de 43 HRC în funcţie de diametrul acestuia.

şi maximum 120 mm, confecţionat din oţeluri cu curba de călibilitate la limita maximă a benzii. Diametrul echivalent al reducţiei este

de circa 100 mm (diametrul exterior ≈150 mm și cel interior ≈50 mm).

Aceasta înseamnă că pentru a realiza caracteristicile mecanice optime cerute de standard, ținînd seamă și de faptul că mediul de răcire utilizat este motorina, deci mai puțin energic decît apa, oțelul utilizat va trebui să aibă o călibilitate corespunzătoare limitei superioare a benzii de călibilitate.

În legătură cu posibilitatea evitării fisurilor determinate, ca fiind o cauză probabilă de producere a avariilor, acestea fiind produse în timpul răcirii datorită nesimultaneității transformării martensitice, încercările efectuate de autori au dus la ideea aplicării îmbunătățirii înainte de eboșare, prin călirea semifabricatelor pline în apă. Prin aceasta se reduce probabilitatea de fisurare, eventualele fisuri pot fi mai ușor detectate prin utilizarea controlului ultrasonic în condițiile păstrării unei prelucrabilități prin așchiere acceptabile (HB≈300).

Trebuie arătat în încheiere că pentru aplicarea noii tehnologii este necesară schimbarea oțelului, utilizîndu-se un oțel cu călibilitate mai bună.

În urma cercetărilor efectuate rezultă următoarele concluzii :

— Pentru reducțiile mari din oțel 41 CN 12, în urma tratamentului termic, nu pot fi obținute caracteristicile mecanice prevăzute de STAS 1899—67 la toate șarjele deși compoziția chimică corespunde mărcii respective.

— Obținerea pentru unele șarje a unor caracteristici mecanice scăzute se datorează benzii foarte late de călibilitate a oțelului 41 CN 12 și a călibilității reduse corespunzătoare părții inferioare a benzii.

— Este necesară utilizarea pentru executarea reducțiilor mari a unor șarje din oțel 41 CN 12, avînd călibilitatea corespunzătoare limitei superioare a benzii de călibilitate.

— Aplicarea tratamentului de călire și revenire înaltă a reducțiilor pline, în scopul micșorării probabilității de producere a fisurilor, necesită utilizarea unui oțel cu călibilitatea mai bună decît a oțelului 41 CN 12.

BIBLIOGRAFIE

[1] Micloși V., Popescu N. și Stere N. *Îndrumător pentru alegerea oțelurilor.* București, Ed. tehnică, 1966.

[2] Popov A. A. și Popova A. E. *Izotermiceschie i termochineticeschie diagrami raspada pereohlajdennovo austenita.* Mașghiz, 1961.

[3] Vinocur B.B. și Piliușenco V. L. *Procalivaemości construcționnih stalei.* Kiev, Naucova dumca, 1970.

[4] Kacianov N. N. *Procalivaemosti stali.* Moscova, Metallurghia, 1964.

[5] Dulămiță T., Cincă Lucia și Florian E. *Studii și cercetări metalurgice*, nr. 2, 1970.

[6] Curdiumov G. V. *Iavlenia zacalchi i otpusca stali.* Metallurghizdat, 1965.

[7] Petraș L. V. *Zacolocinie sredi.* Mașghiz, 1959.

Ing. C. Ionescu și ing. P. Iancu
Institutul de cercetări metalurgice — București

Influența condițiilor de încălzire pentru deformare plastică asupra caracteristicilor structurale și mecanice ale oțelurilor de construcție microaliate cu vanadiu

CZ 669.14.018.291 :621.785.1 : 539.4/.5

În ultimii ani pe plan mondial există o preocupare tot mai accentuată de folosire în construcțiile metalice a altor oțeluri decît oțelurile carbon (cu limita de curgere sub 24 — 26 kgf/mm²) sau a oțelurilor slab aliate cu mangan sau cu mangan și siliciu, a căror limită de curgere este mai mică de 33 — 35 kgf/mm². Oțelurile spre care se îndreaptă atenția utilizatorilor și, respectiv, a producătorilor, sînt oțeluri cu un conținut de carbon de aproximativ 0,2 %, microaliate cu Nb, V, Ti, Zr,N, Nb + V, cu o limită de curgere variind între 35 și 70 kgf/mm² [1], [2].

Printre căile de creștere a rezistenței oțelurilor, care conțin circa 0,15 % C și microaliate, utilizate în stare laminată sau normalizată, se pot enumera :

— alierea sau microalierea oțelurilor cu elemente ce formează cu fierul soluții solide de substituție sau interstiție și au, prin aceasta, o acțiune de creștere a rezistenței masei feritice de bază ;

— alierea sau microalierea oțelurilor cu elemente care determină precipitarea unor carburi, nitruri sau carbonitruri disperse și uniform repartizate în masa de bază ;

— creșterea conținutului de perlită a acestor oțeluri sau finisarea structurii perlitice ;

— finisarea grăuntelui austenitic și, respectiv, a grăuntelui feritic fie prin aliere sau microaliere, fie prin reglarea și controlarea anumitor factori tehnologici.

Atomii elementelor de microaliere (în soluție solidă sau în fazele precipitate) au o acțiune de durificare a austenitei sau, respectiv, a feritei, datorită cîmpurilor de tensiune ce iau naștere în jurul lor, ca urmare a diferenței de mărime a parametrilor rețelei cristaline comparativ cu masa de bază și, respectiv, de frînare a deplasării dislocațiilor. Prin aceasta elementele de microaliere măresc valoarea limitei de curgere, simultan cu ridicarea valorii temperaturii de tranziție la ruperea fragilă.

Cercetările experimentale au arătat că un complex optim de caracteristici mecanice se obține reglînd precipitarea unor compuși cu o dispersie mare, pentru realizarea unei finisări avansate a granulației feritice. În acest sens în lucrarea [3] se arată că o creștere a limitei de curgere cu 1,6 kgf/mm², obținută prin mecanismul finisării grăuntelui, determină o scădere a temperaturii de tranziție cu 10°C.

În prezenta lucrare se urmărește influența regimului termic al deformării plastice asupra procesului de dizolvare și reprecipitare a elementelor de microaliere corelat cu modificările structurale și valorile caracteristicilor mecanice pentru două oțeluri microaliate cu V și, respectiv, V + N, și un conținut de nichel de 0,5 %.

Compoziția chimică a oțelurilor studiate este prezentată în tabela 1.

În literatura de specialitate [3], [4], [5] se arată că oțelurile microaliate cu vanadiu au proprietăți diferite în funcție de temperatura de încălzire pentru prelucrare la cald. Valorile caracteristicilor mecanice diferite sînt legate de gradul de punere în soluție și de reprecipitare a carburilor și carbonitrurilor în timpul încălzirii și, respectiv, deformării plastice. În acest sens au fost cercetate efectele diverselor temperaturi de încălzire asupra gradului de punere în soluție a elementelor de aliere și asupra măririi grăuntelui austenitic.

În figurile 1 și 2 sînt prezentate microstructurile obținute prin încălzirea la 1 100, 1 200 și 1 300°C, urmată de călirea unor șlifuri prelevate din platbande, provenite din laminarea lingourilor din șarjele A și B.

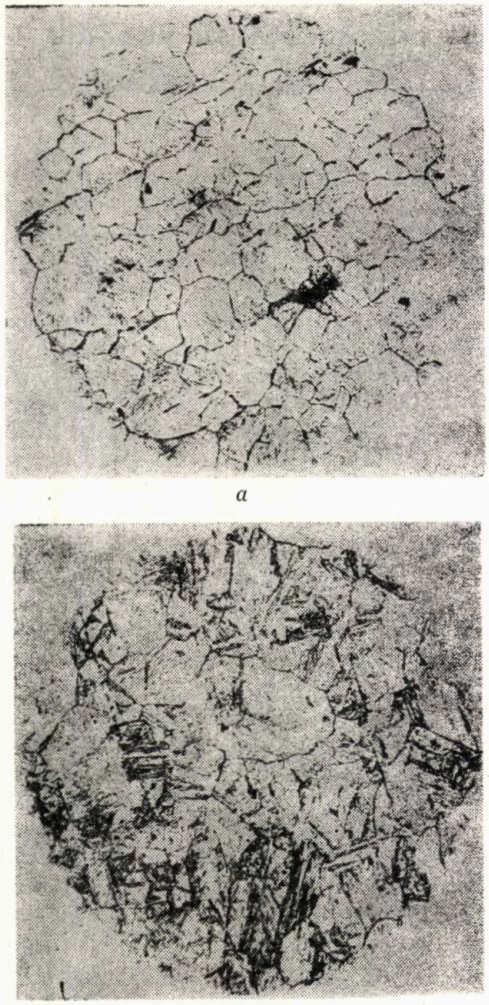
Analizînd aceste structuri rezultă că cu cît temperatura de încălzire crește de la 1 100 la 1 300°C, cu atît grăuntele austenitic crește, fapt ce este determinat nu numai de tendința sistemului către o energie mai mică, ci și ca o consecință a procesului de dizolvare a precipitatelor care constituie obstacole în deplasarea limitelor grăunților.

Tabela 1

Greutatea lingoului, kg	Compoziția chimică, %								
	C	Mn	Si	P	S	Ni	A	V	N
180	0,16	1,22	0,60	0,022	0,042	0,55	0,028	0,15	—
180	0,16	1,65	0,49	0,021	0,043	0,53	0,015	0,13	0,016

Concomitent s-au făcut măsurări de duritate pe probele în stare călită de la 1 100, 1 200 şi 1 300°C şi, respectiv, în stare călită şi revenită. Rezultatele acestor determinări sînt prezentate în figura 3.

Din analiza acestor date rezultă că pe măsură ce temperatura de austenitizare creşte, duritatea scade (fig. 3, curba 1). După revenire la temperatura de 650°C, cu o durată de menţinere de 2 h, sensul de variaţie a durităţii cu

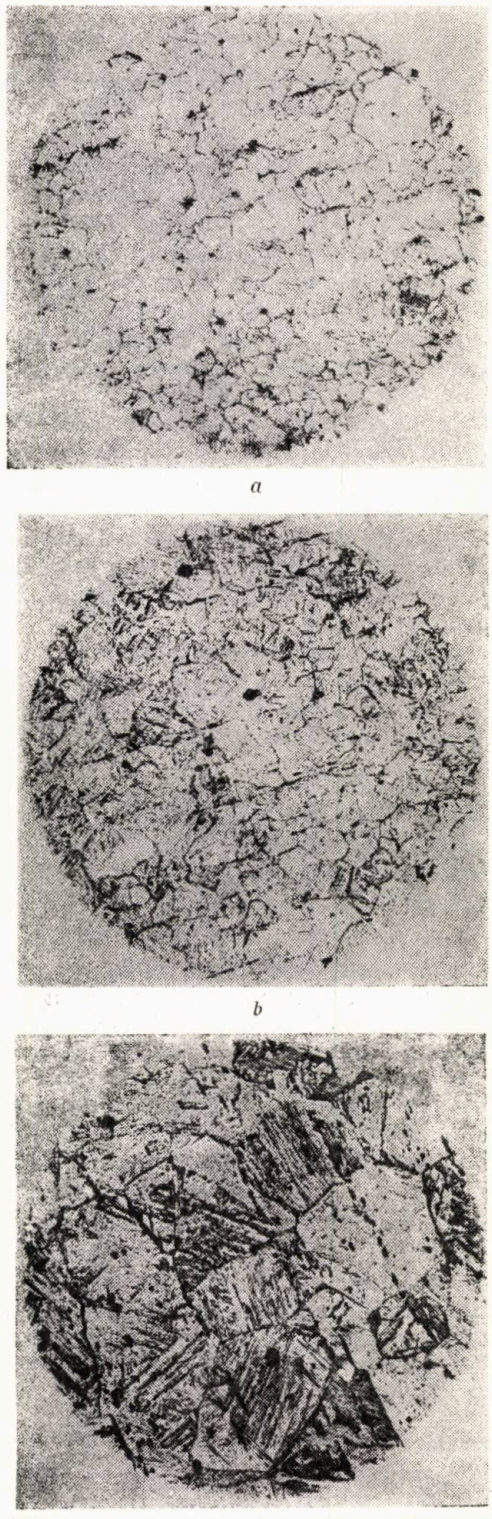


a

b

c

Fig. 1. Grăuntele austenitic obţinut după încălzire la temperaturi diferite urmată de călire (şarja A); mărire — 100 :1 : *a* — 1 100°C; — 1 200°C; *c* — 1 300°C.



a

b

c

Fig. 2. Grăuntele austenitic obţinut după o încălzire la diferite temperaturi, urmată de călire (şarja B); mărire — 100 :1 : *a* — 1 100°C; *b* — 1 200°C; *c* — 1 300°C.

temperatura de austenitizare se schimbă (fig. 3, curba 2). Acest fenomen este determinat de dizolvarea precipitatelor în timpul încălzirii cu atît mai mult, cu cît temperatura de încălzire a fost mai ridicată şi, respectiv, formarea unor precipitate de carburi şi carbonitruri la revenire, în cantitate cu atît mai mare, cu cît dizolvarea la încălzire a fost mai avansată. De asemenea, s-a urmărit influenţa temperaturii de încălzire în vederea deformării plastice asupra mărimii grăuntelui austenitic şi, respectiv, asupra caracteristicilor mecanice în stare laminată. În acest sens s-au făcut experimentări pe lingouri de 180 kg ce au fost laminate în ţagle şi platbande.

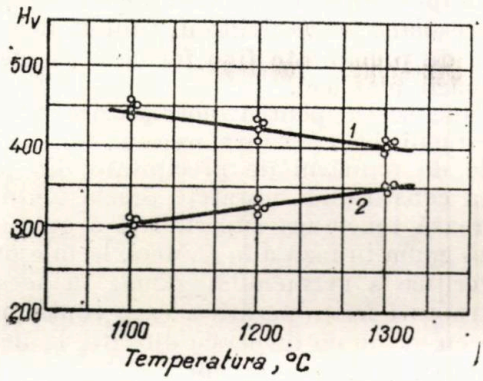


Fig. 3. Variaţia durităţii cu temperatura de încălzire: *1* — pe probe în stare călită; *2* — pe probe în stare călită şi revenită.

Valorile parametrilor tehnologici de lucru şi ale încercărilor mecanice efectuate pe probe prelevate din platbandă sînt prezentate în tabela 2.

Grăuntele austenitic al probelor încălzite în vederea deformării plastice la 1 100, 1 200 şi 1 300°C şi laminate cu temperatura de sfîrşit de laminare de 830°C, determinat în urma unei reaustenitizări la 930°C, urmată de călire în apă, este prezentat în figurile 4 şi 5.

Analizînd micrografiile din figurile 4 şi 5 se observă că pe măsură ce temperatura de încălzire în vederea laminării creşte, granulaţia austenitică a probelor laminate se micşorează. Acest fapt se poate explica prin fenomenul de dizol-

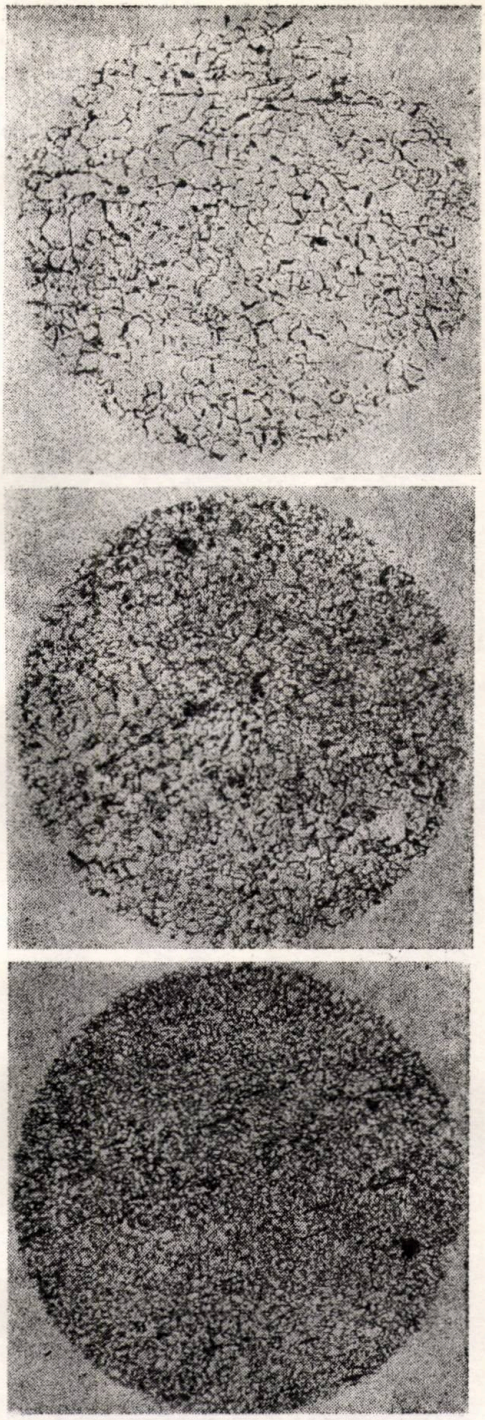


Fig. 4. Grăuntele austenitic obţinut după o încălzire la temperaturi diferite de laminare, reaustenitizare la 930°C şi călire (şarja A); mărire — 100 : 1 : *a* — 1 100°C; *b* — 1 200°C; *c* — 1 300°C.

Tabela 2

Şarja	Greutatea lingoului, kg	Temperatura de încălzire a ţaglei, °C	Temperatura de sfîrşit de laminare, °C	Valorile caracteristicilor mecanice			
				R_c, kgf/mm²	R, kgf/mm²	A_5, %	Reziliența longitudinală DVM la 0°C, kgfm/cm²
A	180	1 100	830	46,2	58,5	24,2	11,4
		1 200		45,6	59,7	26,2	9,0
		1 300		49,1	61,3	23,6	9,1
B	180	1 100	830	48,2	67,8	24,5	10,4
		1 200		47,2	65,8	25,3	8,2
		1 300		52,6	60,5	23,5	9,2

vare a precipitatelor în timpul încălzirii în vederea deformării plastice, care duce la suprasaturarea diferențiată a soluției gama și, respectiv, la reprecipitarea în timpul deformării plastice ca o consecință a energiei introduse prin lucrul mecanic de deformare ca energie de activare, cantitatea de precipitate formate depinzînd de gradul de suprasaturare a soluției, respectiv de temperatura de încălzire.

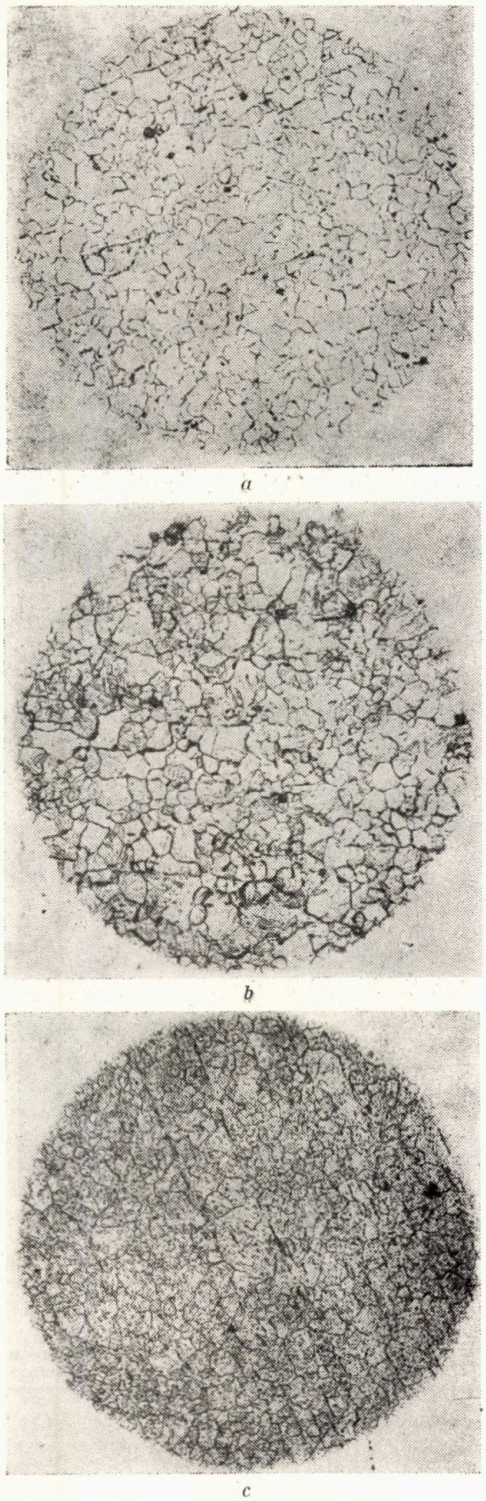


Fig. 5. Grăuntele austenitic obținut după o încălzire la temperaturi diferite de laminare, reaustenitizare la 930°C și călire (șarja B); mărire — 100 : 1 : *a* — 1 100°C; *b* — 1 200°C; *c* — 1 300°C.

Rezultă în final că, în stare laminată se obține o structură cu precipitate de proveniență și număr diferit, după cum temperatura de încălzire a fost mai mare (precipitate multe și fine formate în timpul deformării din soluția solidă suprasaturată) sau mai mică (precipitate mai grosolane nedizolvate în timpul încălzirii, alături de precipitate fine formate ca efect al deformării plastice).

La încălzirea pentru normalizare numărul de germeni la transformarea alfa-gama este funcție de numărul de precipitate din ferită, acestea constituind suprafețe preexistente care micșorează tensiunea superficială a germenilor de fază gama în fază alfa și, deci, la micșorarea razei critice a germenului gama. În acest fel din structuri ferito-perlitice, care conțin precipitate cu grade de dispersie diferite, la încălzirea pentru normalizare vor rezulta granulații austenitice cu mărimi diferite, respectiv mai fine pentru cele la care temperatura de încălzire în vederea laminării a fost mai ridicată. Pe fondul unei structuri austenitice fine, la răcirea pentru normalizare va rezulta o structură ferito-perlitică fină, care conferă oțelului valori ridicate ale rezistenței la curgere [6], normal, cu un ansamblu de proprietăți de plasticitate mai scăzut.

În concluzie se poate spune că valorile caracteristicilor structurale și mecanice în stare laminată și normalizată ale oțelurilor de construcție, microaliate cu V și V + N, sînt legate de parametrii termici ai încălzirii în vederea deformării plastice.

De asemenea, metoda măsurării durității după diverse etape de tratament termic indică variația gradului de dizolvare a precipitatelor respective, gradul de suprasaturare al soluției γ la încălzire pentru deformare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Adrian H. și Brühl F. Stahl und Eisen, nr. 11, 1967, p. 645.

[2] Haneker. *Enumerarea oțelurilor cu granulație fină, sudabile.* Stahl-Eisen, Werkstoffblatt 085. *Linii directoare în preluarea acestor oțeluri.* Stahl-Eisen, Werkstoffblatt 088. *Încercări de standardizare a altor oțeluri speciale cum ar fi oțelurile rezistente în mediu atmosferic și oțelurile speciale slab aliate cu Ni, tenace la rece.* Dortmund, Hoesch Hüttenwerke AG, nr. 2, 1970.

[3] Irvine K., Pickering F. B. și Gladman T. Journal of the Iron and Steel Institute, februarie 1967, p. 161—182.

[4] Zimnk W. și Blecher R. *Fabricarea tablei groase din oțeluri de construcție aliate cu vanadiu, de rezistență mărită în regim de temperatură reglată.* Bänder Bleche Rohre, R. F. ε Germaniei, nr. 7, 1969, p. 407—412.

[5] Esche W. și Drewermann A. *Fabricația economică a oțelurilor sudabile de construcții cu structură fină și cu rezistență ridicată, prin laminarea la temperatură controlată.* Stahl und Eisen, nr. 4, 1970, p. 170—184.

[6] Geru N. *Proprietățile metalelor și metode fizice de control.* București, Ed. didactică și pedagogică, 1967.

Ing. I. Franțiu
Institutul de cercetări metalurgice—București

Determinarea forțelor de laminare în producția tablelor groase din oțel inoxidabil austenitic

CZ 669.14.018.8 – 415 : 621.771.23

Forța care acționează asupra cilindrilor în procesul de laminare este un parametru de bază important, necesar pentru elaborarea tehnologiei de laminare rațională (a schemei de treceri), pentru calculul de rezistență a utilajului de laminare și pentru stabilirea sau verificarea puterii de acționare a liniei de laminare. Determinarea acestei forțe se poate face pe trei căi principale: prin măsurare directă, prin calcul cu ajutorul unei formule empirice, bazate pe date experimentale, sau pe cale analitică, bazată pe calcule și formule teoretice. Uneori se alege o cale combinată. Se cunosc foarte multe formule teoretice și empirice care se bazează pe cel puțin cinci pînă la nouă ipoteze simplificatoare. Pînă în prezent nu s-a ajuns la stabilirea universal recunoscută a unei formule sau metode care să poată fi aplicată în toate cazurile și să țină seamă de influența reală a tuturor factorilor care intervin în desfășurarea procesului de laminare [1], [2], [3], [4].

Pentru a fixa o metodă adecvată pentru determinarea forței de laminare la un laminor care urmează să treacă la fabricarea tablelor groase din oțel inoxidabil s-a procedat în felul următor.

La laminarea experimentală a trei lingouri din oțel inoxidabil, de cîte 6 t, în brame și apoi în table de 10 și 20 mm grosime, efectuată în țară, s-au înregistrat reducerile de grosime pe trecere, s-au măsurat forțele de laminare corespunzătoare acestor reduceri, precum și temperaturile de început și sfîrșit de laminare. Cu ajutorul forțelor măsurate la laminarea bramelor în table s-a determinat, pentru fiecare trecere, forța specifică de deformare. Valorile astfel determinate s-au comparat cu valorile obținute, aplicîndu-se metoda de calcul propusă de autorii Golovin și Tiagunov, precum și cu valorile obținute din diagramele publicate de autorii Cook [5] și Tarnovski [3] cu colaboratorii lor.

Motivele care au dus la alegerea metodei Golovin-Tiagunov în vederea comparației propuse sînt următoarele:

— concordanța bună a forțelor calculate cu cele obținute prin măsurări experimentale (conform cu datele publicate la lucrările [1], [2]);

— metoda nu limitează compoziția chimică a oțelului laminat, spre deosebire de celelalte metode mai cunoscute, care sînt aplicabile la oțeluri carbon sau la care compoziția chimică a oțelurilor laminate este limitată la conținuturi relativ reduse de elemente de aliere;

— formulele și operațiile de calcul sînt relativ simple și puține, comparativ cu alte metode, care comportă calcule destul de complicate și laborioase.

Formula detaliată pentru determinarea forței de laminare după metoda Golovin-Tiagunov, utilizată în calcul, este:

$$P_i = \left\{1 + \mu\left(\frac{2\sqrt{R\,\Delta h}}{h_{i+1} + h_i} - 1\right)\right\} \cdot b\sqrt{R\,\Delta h}\,K_t\,\sigma_r, \quad (1)$$

unde:

P_i este forța de laminare, kg, la trecerea i;

μ — coeficientul de frecare = 0,33, după Golovin;

R — raza de lucru a cilindrului de laminare, mm:

Δh — reducerea de grosime $= h_{i-1} - h_i$, mm;

h_{i-1} — grosimea laminatului înainte de trecere, mm;

h_i — grosimea laminatului după trecere, mm;

b — lățimea medie a laminatului $= \frac{b_{i-1} + b_i}{2}$, mm;

K_t — coeficientul efectului de temperatură, care se calculează în funcție de temperatura de topire a oțelului, t_t, și temperatura de laminare la trecerea i, t_i:

— în cazul $t_i > (t_t - 575)$ din relația:

$$K_t = \frac{0{,}95\,t_t - t_i}{1\,500}$$

— în cazul $t_i < (t_t - 575)$ din relația:

$$K_t = \left(\frac{t_t - t_i}{1\,000}\right)^2$$

σ_r — rezistența de rupere la tracțiune la 20°C a oțelului în stare recoaptă, kgf/mm².

Forța specifică de deformare p_{di} se obține din formula (1) raportînd forța de laminare P

la suprafaţa de contact cu laminatul ($b\sqrt{R\Delta h}$), astfel că se obţine :

$$p_{di} = \frac{P_i}{b\sqrt{R\,\Delta h}} \qquad (2)$$

În acelaşi fel forţa specifică de deformare, bazată pe valori măsurate, se obţine raportînd forţa de laminare măsurată P_{mi} la suprafaţa de contact cu laminatul ($b\sqrt{R\Delta h}$) :

$$P_{dmi} = \frac{P_{mi}}{b\sqrt{R\,\Delta h}} \qquad (3)$$

Schemele de reduceri aplicate la laminarea în table a bramelor obţinute din lingourile menţionate, forţele de laminare şi forţele specifice de deformare obţinute din măsurarea directă a forţelor cu captori de forţă montaţi în caje (mesdoze), din calcul după metoda Golovin-Tiagunov şi din diagramele Cook şi Tarnovski, sînt prezentate în tabelele 1 şi 2.

Valorile care figurează în coloanele (10) şi (11) ale tabelelor 1 şi 2 s-au obţinut luînd în calcul $\sigma_r = 75$ kgf/mm², adică limita maximă a rezistenţei, dată în literatură pentru oţelurile inoxidabile laminate experimental. Aceste oţeluri sînt notate prescurtat folosind simbolurile „Werkstoff Nr." conform DIN 17740 şi corespund cu mărcile echivalente de oţeluri indicate în tabela 3.

Valorile indicate în coloana (12) din tabelele 1 şi 2, după Cook, corespund pentru oţelul inoxidabil W. 4300, acesta fiind aproape acelaşi cu W. 4301, iar valorile din coloanele (13) şi (14) sînt stabilite după Tarnovski pentru oţelul inoxidabil W. 4571.

În capul coloanelor (12), (13) şi (14) sînt indicate vitezele de deformare pentru care sînt date valorile forţei specifice : $V_d = 8\ S^{-1}$, după Cook, $V_d = 7{,}5$ şi $150\ S^{-1}$, după Tarnovski.

Se menţionează că vitezele de deformare la laminarea experimentală a celor trei lingouri au variat în realitate între circa 5 şi 15 S^{-1}, astfel că valorile măsurate pot fi comparate practic fără corecţii cu valorile luate după autorii citaţi pentru vitezele de deformare $V_d = 7{,}5 - 8\ S^{-1}$, întrucît la creşterea vitezei de deformare de la 7,5 la 150 S^{-1}, adică la o creştere de 1 900 % a vitezei, forţa specifică creşte cel mult cu 20—25 %, după cum rezultă din comparaţia valorilor cuprinse în coloanele (13) şi (14).

Analizînd valorile obţinute în tabelele 1 şi 2 pentru forţa specifică pe trecerile de laminare după metodele indicate, se constată în linii mari următoarele :

Tabela 1

Trecerea nr.	h, mm	Δh, mm	Δh, %	b, mm	$l_m = \sqrt{R \cdot \Delta h}$, mm	t, °C	Măsurat la L.T.G – C.S.G. P, t	Măsurat la L.T.G – C.S.G. p_d, kgf/mm²	Calculat după Golovin-Tiagunov P, t	Calculat după Golovin-Tiagunov p_d, kgf/mm²	După Cook $V_d = 8\ S^{-1}$ p_d, kgf/mm²	După Tarnovski $V_d = 7{,}5\ S^{-1}$ p_d, kgf/mm²	După Tarnovski $V_d = 150\ S^{-1}$ p_d, kgf/mm²
Laminarea bramei de circa 150 × 1 000 × 1 600 mm, obţinută din lingoul nr. 1 de 6 t din oţel inoxidabil W. 4541													
Degrosor													
0	152,5	—	—	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	132,5	20	13,1	1600	102,5	1200	500	3,1	980	6,0	10,6	11,0	12,3
2	122,5	10	12,3	1600	72,5	1196	700	6,1	670	5,9	10,6	10,0	11,3
3	107,5	15	12,3	1600	88,7	1185	600	4,3	960	6,8	11,0	11,4	13,3
4	93,5	14	13	1650	85,7	1175	1100	7,8	1020	7,2	11,4	12,4	14,2
5	82,5	11	11,8	1600	75,9	1165	500	4,2	960	8,0	11,6	12,6	14,5
6	67,5	15	18,2	1600	88,7	1155	1300	9,2	1330	9,3	12,8	15,0	17,6
7	54,5	13	19,3	1600	83,6	1130	1300	9,9	1490	11,3	13,9	16,5	19,8
8	44,5	10	18,4	1600	72,5	1100	1500	13,0	1540	8,0	14,7	18,0	22,0
Finisor													
1	33,5	11	22,5	1600	71,1	1050	2000	17,6	2040	18	17,9	21,9	26,6
2	25,5	8	24	1600	60,6	1045	2400	24,7	1870	19,2	18,4	22,2	27,3
3	22	3,5	14	1600	40,1	1035	1900	29,5	1160	18,2	16,7	20,3	24,3
4	20,5	1,5	7	1600	26,3	1015	1400	33,2	720	17,2	14,6	18,7	21,7
5	20	0,5	3	1600	15,2	990	900	37,0	380	15,5	13,0	17	20,6
Laminarea semifabricatului de 43,5 × 1 600 × 3 300 mm (media datelor înregistrate la oţelurile W. 4571 şi 4301, lingourile nr. 2 şi 3)													
Finisor													
0	43,5	—	—	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	32,5	11	25,5	1600	71,1	1060	1850	16,2	2000	17,6	16,9	22,3	26,8
2	25,75	6,75	21	1600	55,7	1055	2100	23,5	1600	18,0	17,4	21,2	25,7
3	22,25	3,5	13,5	1600	40,1	1045	1650	25,6	1120	17,6	16,1	19,6	23,3
4	20,50	1,75	8	1600	28,5	1035	1500	33,0	750	17,0	14,7	18,0	21,2
5	20,00	0,5	3	1600	15,2	1020	750	31,0	530	14,5	12,0	16,0	19

Tabela 2

Trecerea nr.	h, mm	Δh, mm	Δh, %	b, mm	$l_m = \sqrt{R\Delta h}$, mm	t, °C	Măsurat la L.T.G. – C.S.G. P, t	Măsurat la L.T.G. – C.S.G. p_d, kgf/mm	Calculat după Golovin-Tiagunov P, t	Calculat după Golovin-Tiagunov p_d, kgf/mm²	După Cook $V_d = 8\,S^{-1}$ p_d, kgf/mm²	După Tarnovski $V_d = 7{,}5S^{-1}$ p_d, kgf/mm²	După Tarnovski $V_d = 150S^{-1}$ p_d, kgf/mm²
Laminarea bramei de circa 150 × 1 000 × 1 600 mm, obținută din lingoul nr. 2 de 6 t din oțel inoxidabil W. 4571													
Degrosor													
0	152	—	—	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	137	15	10	1600	87,8	1200	550	3,9	1040	7,3	10	10,1	11,2
2	123	14	10	1600	84,9	1197	600	4,5	1020	6,5	10	10,2	11,3
3	107	16	13	1600	90,6	1187	800	5,5	1180	8,1	11,2	10,6	12,5
4	89	18	17	1600	95,9	1179	900	5,9	1360	8,9	12	12,8	14,8
5	79	10	11	1650	71,4	1172	750	6,4	1020	8,7	11,2	11,8	13,5
6	66	13	16	1600	81,2	1161	800	6,2	1290	9,9	13,6	13,9	16,2
7	54	12	18	1600	78,7	1145	1400	11,0	1340	10,6	13,2	15,3	18,2
8	43	11	20	1600	74,8	1124	1500	12,5	1450	12,1	14,2	17,0	20,4
9	35	8	19	1600	64,0	1100	1500	14,6	1370	13,4	14,8	18,4	22,4
Finisor													
1	29	6	17	1600	52	1060	1700	20,5	1280	15,5	16,4	20,0	24
2	24	5	17	1600	47,4	1052	1900	25,0	1310	17,3	16,8	20,4	24,6
3	19	5	21	1600	47,4	1043	2300	30,5	1500	19,8	18,1	22	26,8
4	15	4	21	1600	42,4	1028	2400	35,5	1510	22,2	18,9	22,6	27,4
5	12	3	20	1600	36,6	1009	2500	42,5	1480	25,2	19,5	24,4	29
6	10,5	1,5	12,5	1600	26	990	2000	48,0	1040	25,1	18,3	22,7	26,1
7	10	0,5	5	1600	15	970	1400	58,0	500	21,0	18,5	19,5	22,5
Laminarea bramei de circa 150 × 1 000 × 1 600 mm, obținută din lingoul nr. 3 de 6 t din oțel inoxidabil W. 4310													
Degrosor													
1	135	15	10	1600	87,8	1200	500	3,6	810	5,8	10,2	10,2	11,2
2	120	15	11	1600	87,8	1195	700	5,0	870	6,2	10,2	10,8	12,2
3	104	16	13	1600	90,6	1187	800	5,5	1000	7,0	11,0	11,6	13,4
4	87	17	16,5	1600	93,3	1180	800	5,4	1140	6,5	11,8	13,0	15,0
5	70	17	20,5	1650	93,3	1170	800	5,2	1220	8,0	12,6	14,4	17,1
6	59	11	16	1600	74,8	1160	1000	8,4	1040	8,7	12,3	14,0	16,4
7	48	11	18,5	1600	74,8	1145	1000	8,4	1310	11,0	13,2	15,4	18,4
8	37	11	23	1600	74,8	1125	1000	8,4	1600	13,4	14,4	17,7	21,2
9	35	2	5,5	1600	32	1100	600	11,8	600	11,7	12,0	13,2	16,2
Finisor													
1	29	6	17	1600	52,6	1060	1500	17,8	1310	15,3	16,2	20,0	24,4
2	24	5	17	1600	48,0	1049	1500	23,3	1310	16,8	16,7	20,4	24,6
3	19	5	21	1600	48,0	1035	2000	26,0	1520	19,9	18,7	22,3	27,2
4	15	4	21	1600	42,8	1003	2000	37,0	1610	23,5	20,2	24,6	29,3
5	12	3	20	1600	37,0	986	2300	39,0	1550	27,2	20,7	25,2	30,0
6	10,5	1,5	12,5	1600	26,3	953	2000	47,5	1105	26,0	18,4	24,4	28,4
7	10	0,5	5	1600	15,2	930	1500	61,5	550	22,7	16,7	20,8	24,0

Tabela 3

Lingoul nr.	Werkstoff Nr. după DIN 17740	Mărcile echivalente conform cu STAS	GOST	AISI
1	W. 4541	9TNCI80	1X18H9T	321
2	W. 4571	8TMoNC170	X17H13M2T	316
3	W. 4301	7NC180	OX18H10	304

— la trecerile efectuate pe caja degrosoare, valorile măsurate sînt în general mai mici decît cele determinate din calcul și din digrame, în timp ce la caja finisoare valorile măsurate cresc progresiv și depășesc valorile determinate prin calcul și din diagrame, ajungînd să treacă uneori de dublul acestor valori la ultimele treceri;

— abaterile valorilor determinate prin calcul sau din diagrame față de cele bazate pe valori măsurate pot fi puse în anumită măsură în dependență de factorul $\frac{D}{h}$, în ceea ce privește variația lor de la trecere la trecere (D — diametrul cilindrului; h — grosimea laminatului).

Punînd în dependență abaterile menționate față de factorul $\frac{D}{h}$ s-a ajuns la stabilirea următoarelor formule de corecție:

— pentru valorile obținute din formula Golovin-Tiagunov:

$$\Delta p = 0{,}4\,\frac{D}{h} - 8 \qquad (4)$$

care se aplică la valorile factorului $\frac{D}{h} \geqslant 20$;

— pentru valorile citite din diagrama Tarnovski:

$$\Delta_p = 0{,}53\,\frac{D}{h} - 15 \qquad (5)$$

care se aplică la valorile factorului $\frac{D}{h} \geqslant 30$.

Diagrama dată de Tarnovski ş.a. în lucrarea [3] pentru oţelul inoxidabil W. 4571, care s-a utilizat, este redată în figura 1, ea fiind completată prin interpolare cu curbe de temperatură din 20 în 20°C, în original fiind trasate numai cele din 100 în 100°C.

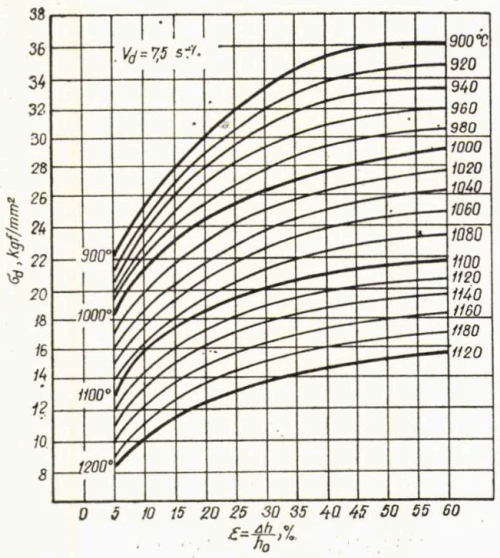


Fig. 1. Diagrama forţei specifice de deformare σ_d în funcţie de gradul de deformare ε la temperaturile cuprinse între 1 200 şi 900°C şi la viteza de deformare $V = 7{,}5\ S^{-1}$, după Tarnovski ş.a., dată în lucrarea [3] pentru oţelul inoxidabil W. 4751.

Diagrama denumită pe scurt FSD—1, trasată pe baza prelucrării datelor culese în cursul laminării experimentale efectuate în ţară, se arată în figura 2.

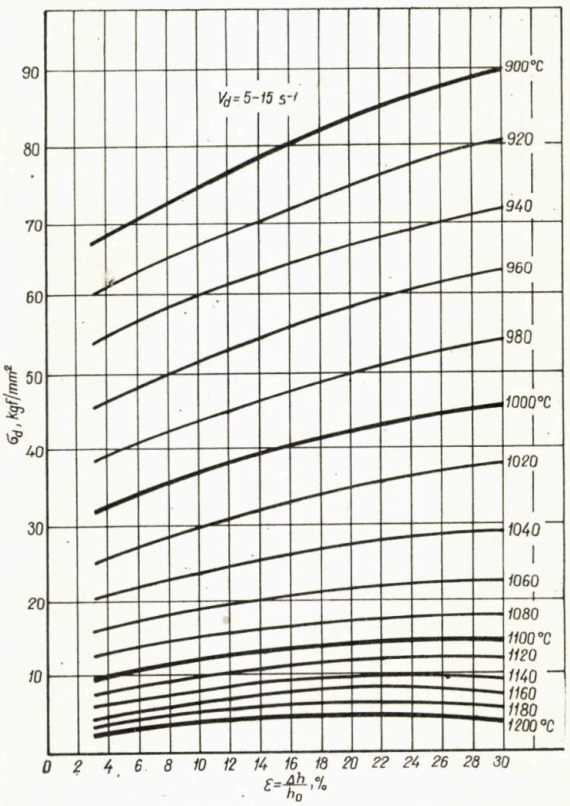


Fig. 2. Diagrama FSD—1 stabilită pentru determinarea forţei specifice de deformare σ_d în funcţie de gradul de deformare ε la temperaturile cuprinse între 1 200 şi 900°C şi la viteza de deformare V_d cuprinsă între 5 şi 15 S^{-1}, trasată pe baza datelor experimentale obţinute în ţară pentru oţelurile inoxidabile W. 4571, 4541 şi 4301.

Tabela 4

Trecerea nr.	Lingoul 1 (W.4541) Felul determinării				Lingoul 2 (W. 4571) Felul determinării				Lingoul 3 (W.4301) Felul determinării				Mediile celor trei lingouri Felul determinării			
	Măsurare	Diagrama FSD—1	Diagrama Tarnovski	Metoda Gol.—Tiag.	Măsurare	Diagrama FSD—1	Diagrama Tarnovski	Metoda Gol.—Tiag.	Măsurare	Diagrama FSD—1	Diagrama Tarnovski	Metoda Gol.—Tiag.	Măsurare	Diagrama FSD—1	Diagrama Tarnovski	Metoda Gol.—Tiag.
Degrosor																
1	3,1	4,5	11,0	6,0	3,9	4,2	10,1	7,3	3,6	4,2	10,2	5,8	3,5	4,3	10,4	6,3
2	6,1	4,4	10,8	5,9	4,5	4,3	10,2	6,5	5,0	5,0	10,8	6,2	5,1	4,6	10,6	6,2
3	4,3	5,6	11,4	6,8	5,5	5,0	10,6	8,1	5,5	5,4	11,6	7,0	5,1	5,3	11,2	7,3
4	7,8	6,4	12,4	7,2	5,9	6,0	12,8	8,9	5,4	5,8	13,0	6,5	6,4	6,1	12,7	7,5
5	4,2	7,0	12,6	8,0	6,4	6,2	11,8	8,7	5,2	7,2	14,4	8,6	5,3	6,8	12,9	8,2
6	9,2	8,4	15,0	9,3	6,2	7,6	13,9	9,9	8,4	7,6	14,0	8,7	7,9	7,9	14,3	9,4
7	9,9	11,0	16,5	11,3	11,0	9,0	15,3	10,6	8,4	9,0	15,4	11,0	9,4	9,6	15,7	10,9
8	13,0	14,0	18,0	8,0	12,5	11,2	17,0	12,1	8,4	11,4	17,7	13,4	11,3	11,2	14,2	11,2
9	—	—	—	—	14,6	14,2	18,4	13,4	11,8	10,7	13,2	11,7	13,2	12,5	15,8	12,6
Finisor																
1	17,6	25,8	21,9	18,0	20,5	21,0	21,1	16,6	17,8	21,0	21,3	18,9	18,6	22,3	21,4	17,8
2	24,7	26,8	25,9	22,9	25,0	23,8	25,2	22,1	23,3	23,8	25,4	24,8	24,3	24,8	25,5	23,3
3	29,5	27,0	27,1	25,0	30,5	27,6	27,7	25,5	26,0	29,4	33,1	34,4	28,7	28,0	29,3	28,3
4	33,2	29,4	27,4	25,9	35,5	31,0	40,6	40,2	37,0	42,4	42,7	46,5	35,2	34,3	36,9	37,5
5	37,0	35,0	26,2	24,7	42,5	44,2	51,1	51,9	39,0	48,0	52,0	60,2	39,5	40,7	43,1	45,6
6	—	—	—	—	48,0	42,0	55,7	58,1	47,5	57,6	57,4	66,0	47,8	49,8	56,5	62,0
7	—	—	—	—	58,0	44,0	55,0	56,5	61,5	53,8	56,3	65,7	59,7	51,4	55,6	61,1
Medie totală pe trecere	15,3	15,7	18,2	13,8	20,6	18,9	24,7	22,3	19,6	21,7	25,5	24,6	20,0	20,0	24,1	21,7

Tabela 5

Metoda determinării		Diagrama FSD – 1 (fig. 2)	Formula Golovin-Tiagunov	Diagrama Tarnovsk s.a. (fig. 1)
Formula de corecție		Fără corecție	$\Delta_p = 0{,}4\frac{D}{h} - 8$ *	$\Delta = 0{,}53\frac{D}{h} - 15$ **
Media abaterilor, kgf/mm²	Degrosor — 9 treceri	0,00	−1,97	−5,93
	Finisor-tablă de 10 mm — 7 treceri	−0,07	−3,71	−2,73
	Finisor-tablă de 20 mm — 5 treceri	+0,90	+2,50	+1,90
	Medie totală	+0,28	−1,06	−2,25
Abateri maxime în minus, kgf/mm²	Degrosor — 9 treceri	−1,50	−3,10	−7,60
	Finisor-tablă de 10 mm — 7 treceri	−3,40	−9,80	−9,00
	Finisor-tablă de 20 mm — 5 treceri	−6,80	−3,80	−5,20
Abateri maxime în plus, kgf/mm²	Degrosor — 9 treceri	+0,90	0,00	0,00
	Finisor-tablă de 10 mm — 7 treceri	+7,40	+0,10	+6,80
	Finisor-tablă de 20 mm — 5 treceri	+6,10	+9,00	+8,70
Abateri standard (dispersii)	Degrosor — 9 treceri	0,78	2,25	6,45
	Finisor -tablă de 10 mm — 7 treceri	3,53	5,18	5,87
	Finisor-tablă de 20 mm — 5 treceri	5,10	5,85	5,00
	Medie totală	3,14	4,42	6,11

Obs. :

Metodele de determinare cercetate și corecțiile propuse sînt valabile pentru laminarea în table groase ale oțelurilor inoxidabile W. 4571, 4541, 4301 și 4306.

* — Formula se aplică la valorile $\frac{D}{h} \geqslant 20$.

** — Formula se aplică la valorile $\frac{D}{h} \geqslant 30$.

Valorile forțelor specifice de deformare p_d, determinate prin metodele menționate, cu aplicarea corecțiilor propuse, sînt grupate împreună cu valorile bazate pe măsurare în tabela 4, separat pe fiecare lingou și în medie pe cele trei lingouri din care provine oțelul inoxidabil al tablelor laminate.

Datele rezumative privind analiza abaterilor față de valorile obținute prin aplicarea metodelor adoptate pentru determinarea forțelor specifice de deformare p_d sînt cuprinse în tabela 5.

Din analiza datelor prezentate și a rezultatelor obținute se desprind următoarele constatări și concluzii :

— În vederea alegerii unei metode practice pentru determinarea operativă a forțelor de laminare în producția tablelor groase din oțel inoxidabil austenitic s-au comparat valorile forțelor specifice de deformare, bazate pe măsurări efectuate la o laminare experimentală cu valorile determinate, folosind diagrame și o formulă empirică, cunoscute din literatură.

— Analizînd abaterile dintre valorile comparate s-au pus în evidență metodele mai corespunzătoare situației date și s-au stabilit formule de corecție și o diagramă empirică prin a căror aplicare se pot reduce aceste abateri la valori acceptabile pentru determinări utilizabile la elaborarea schemelor practice de laminare.

— Metoda cea mai operativă pentru determinarea forței de laminare P_i a tablelor din oțel inoxidabil austenitic se dovedește utilizarea diagramei FSD—1 (fig. 2), din care se obține prin citire, pentru o trecere oarecare i, forța specifică de deformare p_{di} care se introduce în relația din care se obține forța de laminare :

$$P_i = p_{di} \cdot b\sqrt{R\,\Delta h} \qquad (6)$$

— Pentru aplicarea metodei Golovin-Tiagunov, formula (1) se corectează și devine :

$$P_i = \left\{\left[1 + \mu\left(\frac{2\sqrt{R\,\Delta h}}{h_{i+1} + h_i} - 1\right)\right] k_t\,\sigma_r + \right.$$

$$\left. + 0{,}8\,\frac{R}{h_i} - 8\right\} b\sqrt{R\,\Delta h} \qquad (7)$$

— La utilizarea diagramei Tarnovski se citește din aceasta forța specifică de deformare p_{di}, iar forța de laminare se calculează folosind relația :

$$P_i = \left(p_{di} + 1{,}06\,\frac{R}{h_i} - 15\right) b\sqrt{R\,\Delta h} \qquad (8)$$

— Gradul de aproximare a valorilor obținute prin metodele cercetate poate fi socotit acceptabil pentru determinarea orientativă a forțelor de laminare, care servesc la verificarea unor scheme de laminare date sau la elaborarea altora noi, dacă se ia în considerație volumul relativ redus al datelor prelucrate, gradul variabil de precizie și de fidelitate care caracterizează,

în general, elementele culese prin observare și citire în condiții de lucru uzinale (temperaturile, pozițiile cilindrului superior, forțele de laminare ș.a.), precum și ipotezele simplificatoare care stau la baza relațiilor utilizate.

De aceea metodele cercetate se recomandă pentru utilizare într-o primă etapă în care, colectîndu-se date suplimentare mai numeroase, ele pot fi îmbunătățite progresiv și adaptate la condițiile locale de lucru pe parcursul aplicării lor.

Diagrama FSD—1 este convenabil să fie utilizată la laminorul la care s-au cules datele ce au servit la trasarea ei, iar metoda Golovin-Tiagunov corectată se poate folosi și la alte laminoare de tablă cu caracteristici constructive diferite.

BIBLIOGRAFIE

[1] Sveikin V. V. și Tiagunov V. A. *Technologhia prokatnogo proizvodstva.* Sverdlovsk, Metallurghizdat, 1956.

[2] Wusatowski Z. *Grundlagen des Walzens.* Leipzig, VEB—DVG, 1963. *Bazele laminării.* București, Ed. tehnică, 1972.

[3] Tarnovski I. Ia. ș.a. *Soprotivlenie deformații i plasticinost stali pri visokih temperaturah.* Tbilisi, Izd. Sabciota Sakartvelo, 1970.

[4] Cekmarev A. P. ș.a. *Teoria prokatki krupnîh slitkov.* Moscova, Izd. Metallurghia, 1968.

[5] Țelikov A. I. *Teoria rasceta usilii v prokatnîh stanah.* Moscova, Metallurghizdat, 1962.

ASTEBA

Instalație automată de sudare a armăturilor de oțel pentru prefabricate de beton

Teorie și practică—îmbinate—este ceea ce evidențiază instalația ASTEBA care este rezultatul unei strînse colaborări dintre Academia Germană de Construcții și Industria de Construcții din R.D.G. Deoarece în alcătuirea sa sînt folosite subansambluri standardizate instalația prezintă o funcționare deosebit de sigură.

În ritmul tactului de lucru instalația este alimentată cu bare longitudinale și transversale care, sudate între ele, formează saltelele ce, după îndreptare, sînt debitate la lungime și apoi stivuite pentru transport.

În prezent instalația ASTEBA îngăduie cea mai economică și cea mai perfectă prelucrare din punct de vedere tehnic a oțelului beton cu diametre mai mari, în scopul obținerii saltelelor de armătură.

LEW

Producător
Kombinat VEB Lokomotivbau-Elektrotechnische Werke „Hans Beimler"
DDR — 1422 Hennigsdorf

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Informații se pot obține de la Biroul tehnic—comercial al R.D.G. — Elektrotechnik
Calea Dorobanților 14
București

PUBLICOM

Ing. Gh. Bolintineanu
Institutul de cercetări tehnologice pentru construcția de mașini—București

Cercetări privind folosirea unor fluxuri la elaborarea aliajului AT Cu4

CZ 669.35.046.52.

Pentru a obține aliaje de aluminiu de calitate trebuie executate anumite tratamente în stare lichidă și anume : protecția, care are rolul de a proteja metalul din momentul topirii împotriva oxidării și a împiedica absorbția de gaze ; dezoxidarea, care înlătură incluziunile de oxizi ce se produc în timpul topirii și menținerii aliajului în stare lichidă ; degazarea, care înlătură excesul de hidrogen solubilizat în topitură ; modificarea, care constă în formarea unor germeni cu ajutorul elementelor (Ti, B, C), necesare obținerii unei structuri fine în stare turnată sau a unor elemente ale metalelor de tranziție (Zn, Cu, Mn) pentru a obține o structură fină la recristalizare.

Tratamentele în stare lichidă ale aliajelor se execută cu diferite fluxuri, în mod obișnuit în ordinea arătată mai sus. Există multe tipuri de fluxuri care îndeplinesc funcțiile primelor două tratamente în stare lichidă.

Ca fluxuri de protecție și dezoxidare se folosesc amestecurile de cloruri și fluoruri ale metalelor alcaline și alcalinopământoase, precum și sărurile mai complexe de tipul $NaAlF_6$ (criolit), Na_2SiF_6 etc. Aceste amestecuri de săruri cu temperatura de topire scăzută, acționînd ca regulator al tensiunii superficiale și producînd coalescența peliculelor de oxizi și impurități, au o puternică acțiune de zgurificare [1]. Fluxurile de degazare pot fi solide sau gazoase.

Fluxurile de degazare solide pot cuprinde hexacloretan, clorură de aluminiu și clorură anhidră de magneziu.

Clorura de zinc este, de asemenea, utilizată, însă limitat, din cauza contaminării topiturii cu Zn. Prin folosirea hexacloretanului în baia de aliaj se produc reacțiile :

$$C_2Cl_6 \rightarrow C_2Cl_4 + Cl_2 \uparrow, \quad \text{(principala reacție la 750°C cînd se execută în mod obișnuit degazarea aliajelor de Al)} \quad (1)$$

$$1/2\ C_2Cl_4 \rightarrow C + Cl_2 \uparrow \quad \text{(foarte toxic)} \quad (2)$$

O parte din clorul degajat intră în reacție cu aluminiul și magneziul (ce s-ar găsi în baie) formînd clorurile respective. Reacțiile sînt puternic exoterme și trebuie luate măsuri pentru a nu se produce supraîncălzirea băii. La temperatura băii clorura de aluminiu este un gaz care, la ridicarea prin topitură (prin barbotare), îndeplinește funcția de flux degazant. Clorurile de titan și bor pot fi, de asemenea, utilizate pentru degazare însă datorită costului sînt limitate ca utilizare [3]. Hidrogenul este înlăturat din topitură în timpul tratamentului prin difuzia în bulele ce se formează în timpul degazării metalului. Dacă aliajul topit conține o cantitate mică de titan, după degazarea cu hexacloretan se poate produce reacția :

$$Ti(Al) + C \rightarrow TiC \quad (3)$$

(o cantitate mică de carbon rămîne dispersată în aluminiu).

De asemenea, în cazul cînd degazarea s-a executat cu azot (ca agent de degazare gazos) se produce reacția :

$$Ti(Al) + 1/2\ N_2 \rightarrow TiN \quad (4)$$

TiC duce la o cristalizare foarte fină a aliajului în stare turnată. Ca o consecință directă a finetii grăunților în stare turnată, omogenitatea structurii aliajelor deformate plastic este, de asemenea, foarte mare.

Modificarea structurii poate fi efectuată prin adaos de zirconiu (ca K_2ZrF_6) sau cu bor (ca KBF_4).

La temperatura băii tetrafluoboratul de potasiu se descompune în KF și BF_3, ultimul reacționînd cu aluminiul și formînd AlB_2. Afinitatea dintre AlB_2 și structurile pe bază de Al este mai mare decît cea dintre TiC și Al. La utilizarea concomitentă a Ti și B se pot produce structuri mai fine decît la utilizarea doar a Ti.

În general, 0,1% Ti și 0,01% B sînt suficiente pentru a produce un grăunte fin. Borul se întrebuințează împreună cu titanul. În cazul cînd conținutul de Ti este prea ridicat (peste 0,25%) la limitele grăunților apare un exces de cristale intermetalice care duc la scăderea proprietăților mecanice. Eficiența modificării scade cu creșterea timpului de menținere. Retopirea ulterioară nu afectează mult mărimea grăunților dacă în aliajul topit rămîne o cantitate suficientă de TiC și AlB_2. Ti este introdus în aliaj, în mod obișnuit, prin intermediul sării K_2TiF_6. După fiecare retopire degazarea trebuie să preceadă tratamentul cu K_2TiF_6 introdus împreună cu sărurile de suport.

Ca fluxuri de modificare se utilizează în prezent K_2TiF_6 și KBF_4, în amestecuri cu alte săruri, pentru a asigura topirea ușoară a diferiților constituenți (la cca. 730°C) și reacție rapidă cu baia metalică [2].

La aliajele AlCu cu conținut de pînă la 5—6% Cu, la cristalizare și la descompunerea ulterioară a soluției solide se degajă faza θ ($CuAl_2$) care formează o rețea interdendritică. Cu creșterea conținutului de Cu, această rețea se îngroașă și aliajele devin fragile. Pentru înlăturarea acestui

— după 1 min de la pornirea pompei — 1 torr;
— după 2 min de la pornirea pompei — 0,01 torr;
— după 3 min de la pornirea pompei — 0,008 torr.

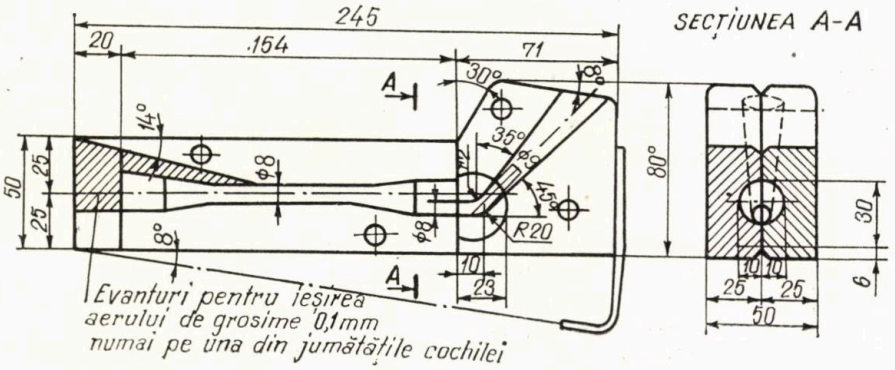


Fig. 1. Cochila pentru epruveta de tracțiune fără prelucrare.

fenomen este necesară fragmentarea degajării fazei ($CuAl_2$) și obținerea distribuirii ei uniforme în tot volumul lingoului sau piesei turnate.

După modificare, dendritele se formează sub formă de cristale cu axe subțiri, puternic ramificate, iar faza θ ($CuAl_2$) se precipită în spațiul interdendritic, producîndu-se astfel o dispersare puternică [4].

Temperaturile de turnare au fost măsurate cu un termocuplu Cromel-Alumel cu aparat indicator.

Cantitatea de metal folosită a fost de 16 kg aliaj. După topire înălțimea aliajului în creuzet a fost de 25 cm, iar suprafața băii, de circa 300 cm^2. S-au folosit următoarele fluxuri:

Pentru protecție și dezoxidare — fluxul D-Al_4

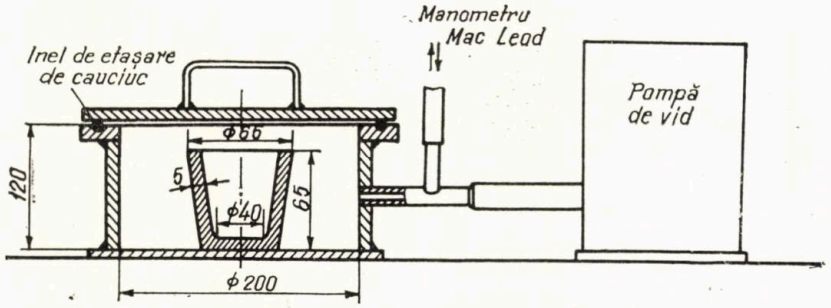


Fig. 2. Dispozitiv pentru solidificarea probelor în vid.

În lucrare s-a urmărit influența folosirii unor fluxuri la elaborarea aliajului $ATCu_4$. Aliajul folosit $ATCu_4$ a avut următoarea compoziție chimică; 4,60 % Cu; 0,64 % Fe; 0,23 % Si; 0,12 % Zn; 0,08% Mn; 0,020 % Sn; 0,010 % Mg; 0,020 % Pb. Topirea s-a executat într-un cuptor cu creuzet încălzit cu gaz metan. Turnarea epruvetelor de încercări mecanice s-a efectuat în cochila reprezentată în figura 1.

Încercarea la tracțiune s-a executat pe epruvete brute fără tratament termic. Pentru determinarea gradului de degazare s-a folosit un dispozitiv care permite solidificarea probelor de aliaj în vid. Schița acestui dispozitiv este dată în figura 2.

Depresiunea obținută în camera în care se găsea cochila cu aliaj a fost:

în compoziția căruia au intrat sărurile NaCl, Na_2SiF_6, NaF, Na_2SO_4, Na_3AlF_6. Acest amestec de săruri se prezintă sub formă de pulbere albă care rămîne solidă la temperatura de turnare a aliajului. El este un flux de acoperire și strîngere a zgurei, dînd o zgură lipsită de metal. Printr-un brasaj ușor a fluxului la suprafața aliajului, peliculele de oxizi sînt desprinse de metal și încorporate în flux, formînd o zgură prăfoasă ce poate fi ușor îndepărtată de pe baie.

Pentru modificare — fluxul M-Al_4 în compoziția căruia au intrat K_2TiF_6, KBF_4 și C_2Cl_6. Acest flux dozat și împachetat în folie de aluminiu a fost introdus cu ajutorul unui clopot metalic protejat, prevăzut cu mai multe găuri, la fundul băii de aliaj topit.

Pentru degazare — C_2Cl_6 hexacloretanul a fost folosit în pastile de 100 g/buc. Acestea au fost introduse, de asemenea, la fundul băii cu clopotul, fiind menținute în topitură pînă la terminarea reacției. Modul de prelevare a probelor a fost următorul:

Șarja 1:

Probele 1. Prelevări din aliajul topit sub flux D-Al_4 introdus în creuzet în cantitate de 0,8% din greutatea încărcăturii cînd materialul a ajuns într-o stare păstoasă. Temperatura aliajului a fost la prelevare de 750°C.

Probele 2. Prelevări din aliajul topit după o așteptare sub flux de D-Al_4 timp de 1/2 h la 750—780°C și după folosirea la dezoxidare a unei cantități de 0,5 % de D-Al_4.

Probele 3. Prelevarea după modificarea cu 0,3% M-Al_4. Temperatura aliajului la modificare a fost de 750°C.

Probele 4. Prelevare după degazare cu 0,3% C_2Cl_6, efectuată la 750°C.

Probele 5. Prelevare după degazare finală cu 0,3% C_2Cl_6, efectuată la 750°C.

Șarja 2:

Proba 1. Turnarea unei epruvete pentru determinarea gradului de gazare. Aliajul nu a fost topit sub nici un fel de flux.

Proba 2. Șarja a fost dezoxidată cu 0,5% D-Al_4 și apoi degazată cu 0,5 % hexacloretan la 750°C.

Proba 3. Prelevare după modificare cu 0,1 % M-Al_4 la 730°C.

Proba 4. Prelevare după modificare cu 0,3% M-Al_4 la 730°C.

Proba 5. Prelevare după modificare cu 0,5 % M-Al_4 la 730°C.

Proba 6. Prelevare după degazare cu 0,6 % C_2Cl_6 la 740°C.

Rezultatele încercărilor mecanice sînt date în figurile 3 și 4.

Variația de volum a probelor de gazare din șarja 2 față de volumul calculat după greutatea probei și compoziția chimică este prezentată în tabela 1.

Tabela 1

Proba	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.
Variația de volum, %	+22,3	+9,5	+17,6	+19,2	+21,2	+7,9

Secțiunile probelor de gazare (secționare în două jumătăți) sînt date în figura 5.

Rezultate și concluzii. Prin compararea datelor prezentate în figurile 3 și 4 se observă că prin creșterea purității băii metalice și a modificării aliajului cresc corespunzător și proprietățile

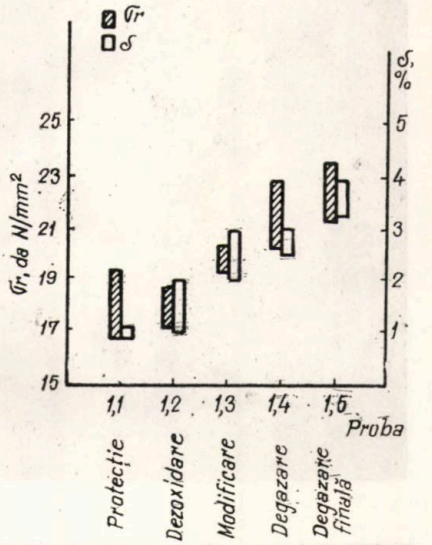


Fig. 3. Variația proprietăților mecanice ale aliajului $ATCu_4$, în timpul elaborării (la fiecare tip de probă fiind indicate valorile limită ale celor patru epruvete de tracțiune).

mecanice (atît limitele inferioare obținute pe epruvete pentru rezistența la tracțiune, cît și alungirea la rupere). În cazul probelor 1.1. și 1.2. dispersia rezultatelor ar fi putut fi și mai mare dacă pe figură ar fi fost trecute și epruvetele

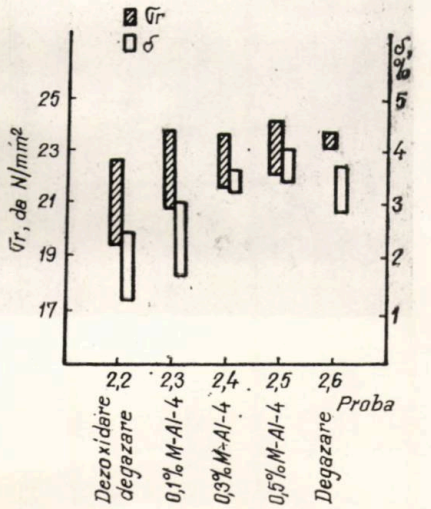
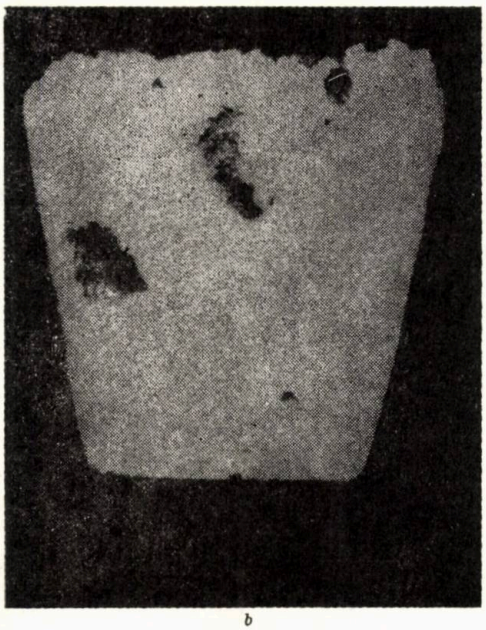


Fig. 4. Variația proprietăților mecanice ale aliajului $ATCu_4$ la modificări cu M-Al_4.

cu defecte. Din figurile 3 și 4 se observă clar că o protecție și o dezoxidare corectă nu sînt suficiente pentru obținerea unui aliaj cu proprietăți mecanice corespunzătoare.

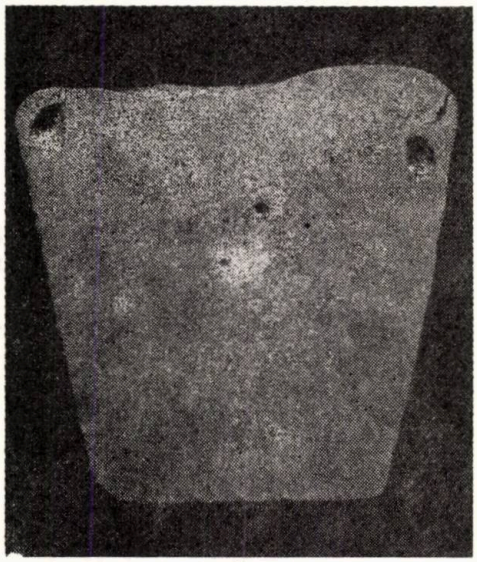
Apariția unor epruvete cu defecte s-a datorat și cochilei executate după indicațiile din [5] care nu a putut reține eventualele pelicule cu

a

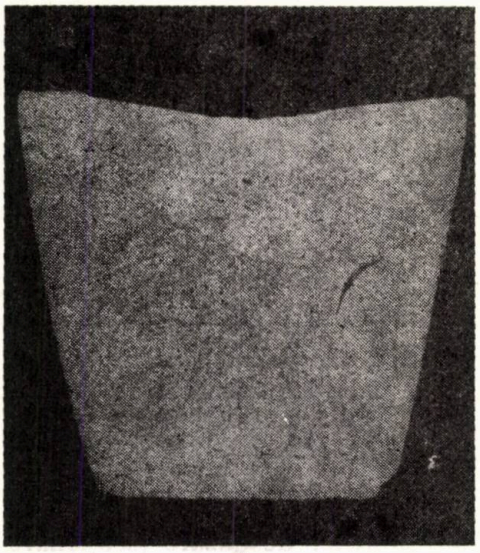


b

c



d



e

Fig. 5. Secţiunile probelor folosite pentru determinarea cantitativă a conţinutului de gaze :

a—proba 1.1. ; *b*—proba 1.2. ; *c*—proba 1.3. ; *d*—proba 1.4. ; *e*—proba 1.5.

oxizi într-un colector de zgură. În prezent această cochilă este modificată și în standardul francez. Sub forma prezentată cochila a fost utilă deoarece a arătat că în cazul unei elaborări corecte (protecție, dezoxidare, modificare, degazare) aceste pelicule nu au mai apărut în structura aliajului. Acest lucru reiese clar din figura 5, *e*.

Trebuie arătat că mărimea și distribuția porozităților depind nu numai de concentrația hidrogenului în topitură, ci și de prezența gazelor în materialele metalice folosite în încărcătură (considerînd că viteza de răcire a aliajului este constantă).

Deși aliajul a fost topit sub flux de protecție a conținut o cantitate mare de gaz și pelicule de oxizi, preexistente în materialul de încărcare.

O dezoxidare cu flux a dus la scăderea corespunzătoare a cantității de pelicule de oxizi și, concomitent, a cantității de gaz dizolvat, acestea însoțind de cele mai multe ori peliculele de oxizi (fig. 5, *b*).

La modificare cantitatea de gaz absorbită de aliaj a crescut deși fluxul modificator a conținut o mică cantitate de flux degazant (fig. 5, *c*). Acest lucru se poate explica atît prin prezența unei anumite cantități de clor, care nu a avut timp să se degaje din aliaj pînă la prelevarea probei, cît și prin faptul că la folosirea compusului cu bor KBF_4 la modificare, cantitatea de hidrogen a aliajului a crescut.

Mărirea cantității de gaz absorbit după modificare poate fi urmărită în tabela 1.

O degazare cu 0,3% hexacloretan a fost insuficientă pentru a înlătura cantitatea de gaz aflat în aliaj după modificare (fig. 5, *d*). O degazare finală cu încă 0,3% C_2Cl_6 a dus la obținerea unor probe compacte, lipsite de gaze (fig. 5, *e*) ; totuși folosirea succesivă a unor cantități de degazant poate determina micșorarea sau anularea efectului modificator prin flotarea și încorporarea în zgură a germenilor formați, ducînd la mărirea cantității de fază θ de la margimea cristalelor masei metalice de bază.

Mărirea cantității de fază fragilă θ de la marginea grăunților și dispunerea ei într-o rețea grosolană continuă, lucru care s-a constatat pe microstructurile probelor 1.1. și 2.6., a dus la mărirea fragilității aliajului. Acest lucru reiese și din figura 4 (proba 2.6.) la care se constată o tendință de scădere a alungirii după degazare deși aliajul a avut o puritate ridicată, cantitatea totală de degazant folosit (degazant din modificator + degazant final) fiind în acest caz prea mare.

Deci, pentru un anumit tip de piese (de ex. piese ce trebuie să reziste la presiune) modificarea cu fluxuri ce conțin Ti sau B (K_2TiF_6 sau KBF_4) este necesar să se facă înaintea degazării deoarece o astfel de modificare duce în parte la anularea efectului de degazare.

Din încercările efectuate în cadrul lucrării reiese clar utilitatea folosirii fluxurilor de dezoxidare, modificare și degazare, în ordinea menționată, la elaborarea aliajului de aluminiu ATCu4.

BIBLIOGRAFIE

[1] Riedelbauch M. *Die Schmelzebehanndlung von Al-Mg legierungen als Beitrag zur Lösung Schmelz und Giesstechnischer Probleme*. Giesserei Praxis, nr. 2, 1968, p. 24—34.

[2] Von Horn K. *Aluminium, vol. III. Fabrikation and Finishing*. Ed. ASM Metal Park, Ohio, 1967.

[3] Von Lanker M. *Metallurgy of aluminium alloys*. Londra, Ed. Chapman and Hall, 1967.

[4] Malțev M. V. *Modificarea structurii aliajelor*. București, Editura tehnică, 1967.

[5] Billing M. *Caracteristiques des alliages légers coulés sous pression*. Fonderie, mai 1964, p. 169—173.

Analiză rapidă pentru determinarea carbonului echivalent al fontelor hipoeutectice cu grafit lamelar, pe baza curbelor de răcire*

Ing. D. M. Ştefănescu şi ing. I. Chiricuţă
Inst itutul de cercetări tehnologice pentru construcţia de maşini — Bucureşti

CZ 669.131.6 : 620.181.412

În ultimul deceniu necesitatea de a cunoaşte compoziţia chimică a fontei într-un timp cît mai scurt, cerută de tehnologiile relativ pretenţioase de fabricare a fontelor modificate cu rezistenţe superioare, a impus metalurgilor două noi metode de analiză, amîndouă mai rapide decît clasicele metode de analiză chimică. Prima şi cea mai exactă este analiza spectrală care are însă dezavantajul solicitării unor investiţii considerabile. Cea de-a doua şi cea mai rapidă este analiza pe baza curbelor de răcire. Această ultimă metodă permite determinarea carbonului echivalent al fontelor sau, chiar separat, a carbonului şi a siliciului, în decurs de două minute, cu o precizie comparabilă cu cea a analizei chimice clasice.

Principiul metodei. Pe diagrama binară Fe-C se poate observa că unei fonte hipoeutectice cu un anumit conţinut de carbon îi corespunde o singură temperatură lichidus, ceea ce înseamnă că temperatura lichidus este o funcţie directă de conţinutul de carbon şi invers. Aşadar prin determinarea temperaturii lichidus se poate stabili conţinutul de carbon al unui aliaj binar Fe-C hipoeutectic.

Pentru transpunerea fontelor, care sînt aliaje multicomponente, pe diagrama binară Fe-C, se foloseşte noţiunea de carbon echivalent C_{ech}. Carbonul echivalent al unei fonte cu grafit lamelar determină principalele proprietăţi ale acesteia, cum ar fi: rezistenţa de rupere la tracţiune, duritatea Brinell şi adîncimea de albire.

O primă formulă pentru determinarea carbonului echivalent a fost dată de Gray Iron Research Institute (GIRI):

$$C_{ech} = C + \frac{Si + P}{3}, \% \qquad (1)$$

Ulterior, British Cast Iron Research Association (BCIRA) a propus, în urma unor cercetări sistematice [1], o altă formulă pentru C_{ech} corespunzător temperaturii lichidus:

$$C_{ech} = C + \frac{Si}{4} + \frac{P}{2}, \% \qquad (2)$$

J. Le Gal şi P. Mathon [2] au pus însă la îndoială ambele formule prezentate mai sus, susţinînd că pentru determinarea formulei celei mai exacte trebuie luată în consideraţie diagrama Fe-C-Si care dă izotermele lichidus în funcţie de carbon şi siliciu (fig. 1).

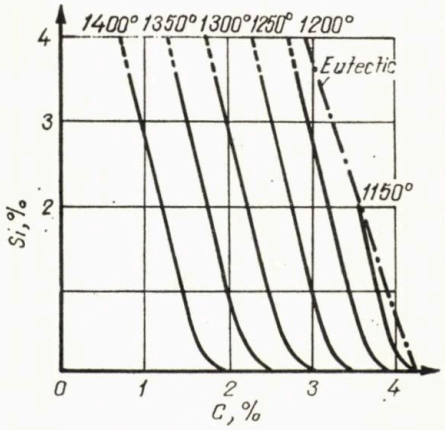


Fig. 1. Izotermele lichidus ale diagramei Fe-C-Si, după [2].

Izotermele 1 400, 1 350, 1 300, 1 250 şi 1 200°C, pentru conţinuturi de siliciu cuprinse între 0,8 şi 3,6 % şi de carbon cuprinse între 1 şi 4% sînt nişte drepte. Pentru fiecare din izoterme se obţine coeficientul de echivalenţă respectiv : 4,70 ; 4,50 ; 4,55 şi 4,95. Media este de 4,65, deci aproximativ 4,6. Ca urmare s-a propus ca formula carbonului echivalent, corelată cu temperatura lichidus, să fie considerată ca:

$$C_{ech} = C + \frac{Si}{4,5} + \frac{P}{2}, \% \qquad (3)$$

Această formulă are avantajul că dă un minimum de rezistenţă la tracţiune şi de duritate Brinell pentru un carbon echivalent de 4,2 — — 4,3%, adică pentru o valoare apropiată de echivalentul Fe-C (4,27 %) faţă de aproximativ 4,50 % pentru cazul folosirii formulei clasice (1), după cum rezultă din figura 2. Indiferent însă care ar fi formula adoptată pentru carbonul echivalent, aşa cum s-a arătat, se poate stabili o relaţie directă între temperatura lichidus şi carbonul echivalent al fontei. Temperatura lichidus apare sub forma unui palier pe curba

* Lucrare prezentată la a V-a Conferinţă de turnătorie — Braşov 14—15 mai 1971.

de răcire a fontelor hipoeutectice (fig. 3, *a*). Acest palier se datorează degajării căldurii latente la solidificarea austenitei primare. În cazul fontelor hipereutectice căldura latentă

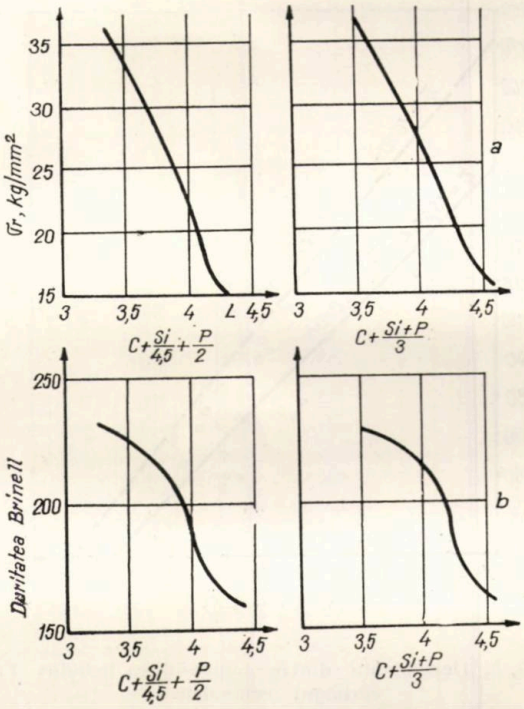


Fig. 2. Corelația dintre : *a* — carbonul echivalent și rezistența de rupere la tracțiune ; *b* — carbonul echivalent și duritatea Brinell, pentru diferite formule de calcul ale carbonului echivalent, după [2].

care se degajă la cristalizarea grafitului primar este foarte redusă și, ca urmare, pe curba de răcire nu apare nici un palier pînă la cristalizarea eutectică (fig. 3, *b*). Ca urmare, această

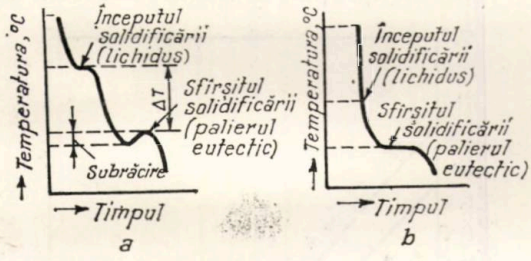


Fig. 3. Curbele schematice de răcire pentru fontele : *a* — hipoeutectice ; *b* — hipereutectice.

metodă de analiză nu poate fi aplicată la fontele hipereutectice.

După unii autori [3], [4] pentru mai multă precizie este indicat să se folosească nu temperatura lichidus T_L, ci diferența dintre temperatura lichidus și temperatura eutectică $\Delta T = T_L - T_E$.

Descrierea aparaturii. Echipamentul pentru analiza rapidă a fontelor hipoeutectice cu grafit lamelar pe baza curbelor de răcire, prezentat în figura 4, se compune din următoarele :

— aparat înregistrator specializat tip E 36 GDBI, de fabricație FEA, cu două scale de măsură a temperaturii : 550—1 050°C și 950—1 450°C ;

— cablu de compensație pentru termocuplu cromel-alumel ;

— soclu pentru cupe ;

— cupă din amestec de formare în care se găsește montat un termocuplu cromel-alumel.

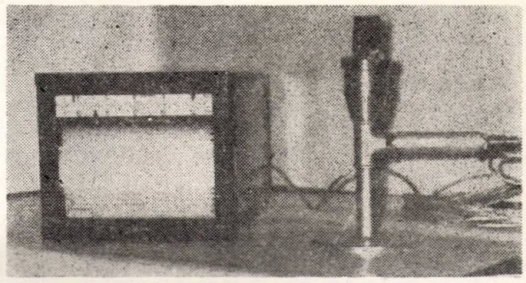


Fig. 4. Echipamentul pentru analiza rapidă a fontelor.

Pentru determinarea carbonului echivalent se ia cu o oală mică fontă lichidă de la igheabul agregatului de topire și se toarnă în cupă. În mod automat începe înregistrarea curbei de răcire. După atingerea temperaturii eutectice cupa se îndepărtează. Înregistrarea curbei durează mai puțin de două minute.

Rezultate experimentale. Ca agregat de topire s-a folosit un cuptor cu inducție cu capacitatea de 100 kg fontă. S-au folosit diferite tipuri de fontă cu conținuturi variabile de C, Si, P dar cu Mn<1 % și S<0,12 %.

Rezultatele privind compoziția chimică, carbonul echivalent, temperatura lichidus și temperatura solidus se dau în tabela 1.

Datele experimentale au fost prelucrate prin analiză statistică (analiză regresivă). În scopul determinării formulei optime de calcul a carbonului echivalent, analiza statistică s-a efectuat prin folosirea succesivă a formulelor (1), (2) și (3). De asemenea, s-a verificat și dependența dintre carbonul echivalent și $\Delta T = T_L - T_E$.

Prin analiză statistică s-au determinat următoarele ecuații :

$$\text{pt. } C_{ech} = C + \frac{Si + P}{3} \begin{cases} T_L = 1\,542{,}226 - 91{,}956 \times \\ \times C_{ech} \text{ cu } r_{xy} = -0{,}876 \quad (4) \\ \Delta T = 565{,}646 - 128{,}321 \times \\ \times C_{ech} \text{ cu } r_{xy} = -0{,}888 \quad (5) \end{cases}$$

$$\text{pt. } C_{ech} = C + \frac{Si}{4} + \frac{P}{2} \begin{cases} T_L = 1\,559{,}496 - 99{,}956 \times \\ \times C_{ech} \text{ cu } r_{xy} = -0{,}885 \quad (6) \\ \Delta T = 597{,}332 - 41{,}500 \times \\ \times C_{ech} \text{ cu } r_{xy} = -0{,}905 \quad (7) \end{cases}$$

$$\text{pt. } C_{ech} = C + \frac{Si}{4{,}5} + \frac{P}{2} \begin{cases} T_L = 1\,562{,}191 - 102{,}091 \times \\ \times C_{ech} \text{ cu } r_{xy} = -0{,}892 \quad (8) \\ \Delta T = 603{,}037 - 145{,}048 \times \\ \times C_{ech} \text{ cu } r_{xy} = -0{,}909 \quad (9) \end{cases}$$

unde r_{xy} este coeficientul de corelație.

Tabela 1

Compoziția chimică, %			Carbonul echivalent, %			Temperatura, °C		
C	Si	P	$C+\frac{Si+P}{3}$	$C+\frac{Si}{4}+\frac{P}{2}$	$C+\frac{Si}{4,5}+\frac{P}{2}$	T_L	T_E	$\Delta T = T_L - T_E$
3,23	1,74	0,09	3,84	3,71	3,66	1 186	1 108	78
3,25	1,96	0,12	3,94	3,80	3,74	1 167	—	—
3,53	1,92	0,10	4,20	4,06	4,01	1 155	1 127	28
3,25	1,82	0,06	3,87	3,73	3,68	1 175	1 118	57
3,21	1,80	0,09	3,84	3,70	3,65	1 178	1 122	56
3,43	1,77	0,06	4,04	3,90	3,85	1 160	1 123	37
3,43	1,75	0,10	4,05	3,91	3,87	1 157	1 120	37
3,13	1,65	0,09	3,71	3,59	3,54	1 208	1 108	100
3,05	1,73	0,10	3,66	3,53	3,48	1 218	1 111	107
2,91	1,79	0,10	3,54	3,41	3,36	1 212	—	—
3,14	1,83	0,09	3,78	3,64	3,59	1 196	1 115	81
3,12	1,86	0,10	3,77	3,63	3,58	1 200	1 113	87
3,35	2,03	0,10	4,06	3,91	3,85	1 165	1 131	34
3,33	1,70	0,10	3,93	3,81	3,76	1 190	—	—
3,34	1,61	0,10	3,91	3,79	3,76	1 192	—	—
3,34	1,68	0,10	3,93	3,81	3,76	1 195	—	—
3,37	1,60	0,11	3,94	3,83	3,78	1 173	—	—
3,30	1,65	0,09	3,88	3,76	3,71	1 176	1 130	46
3,50	2,02	0,09	4,20	4,05	3,99	1 170	1 123	7
3,23	2,53	0,07	4,10	3,93	3,83	1 182	1 130	52
3,34	1,86	0,09	3,99	3,85	3,80	1 173	1 113	60
3,34	1,91	1,10	4,01	3,86	3,81	1 175	1 115	60
3,57	1,92	0,09	4,24	4,09	4,04	1 147	—	—
3,60	1,80	0,09	4,23	4,09	4,05	1 145	—	—
3,53	2,02	0,09	4,23	4,08	4,03	1 144	1 126	18
3,49	2,03	0,09	4,19	4,04	3,99	1 148	1 117	31
3,49	2,17	0,10	4,24	4,08	4,02	1 150	—	—
3,34	2,13	0,09	4,08	3,91	3,86	1 165	1 107	48
3,37	2,20	0,10	4,13	3,97	3,91	1 172	1 113	59
3,18	2,58	0,09	4,07	3,87	3,80	1 160	—	—
3,30	2,36	0,09	4,12	3,93	3,87	1 173	—	—
3,30	2,41	0,10	4,13	3,95	3,88	1 176	—	—
3,22	2,99	0,10	4,25	4,01	3,93	1 163	1 131	32

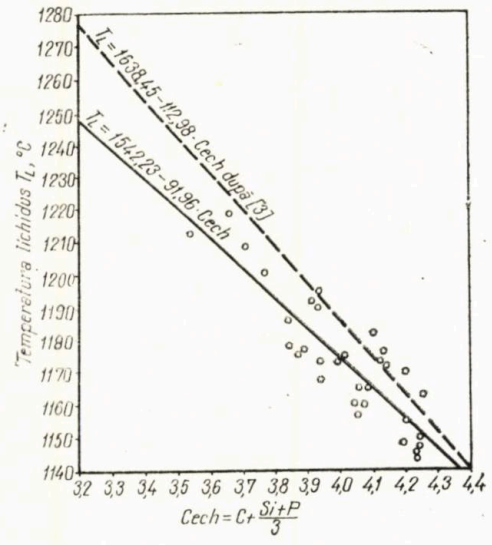


Fig. 5, *a*. Dependența dintre : temperatura lichidus T_L și carbonul echivalent $C_{ech} = C + \frac{Si + P}{3}$

Reprezentarea grafică a ecuațiilor (4), (5), (6), (7), (8) și (9) s-a făcut în figura 5 ; cu linii pline s-au reprezentat ecuațiile determinate experimental, adică (4), (5), (6), (7), (8), (9), iar cu linii punctate, ecuațiile indicate în literatură.

Discuția rezultatelor. Se observă, în primul rînd, că toate curbele experimentale se află sub cele indicate în literatură, ceea ce trebuie

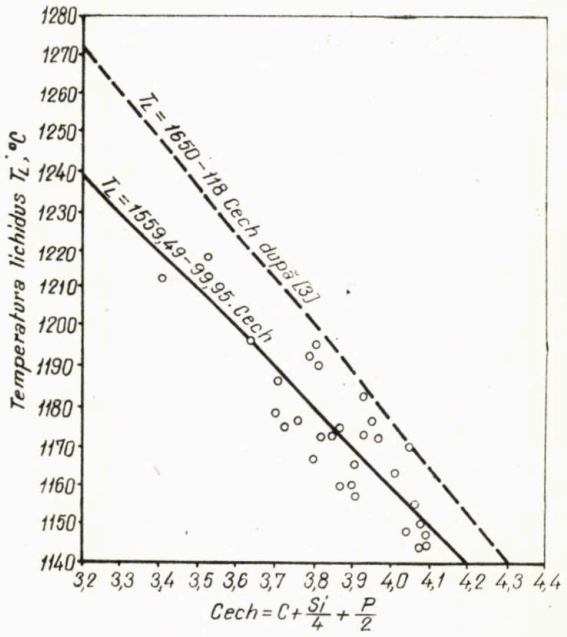


Fig. 5, *b*. Dependența dintre temperatura lichidus T_L și carbonul echivalent

$$C_{ech} = C + \frac{Si}{4} + \frac{P}{2}$$

pus pe seama constantelor diferite ale echipamentului de analiză folosit.

Pentru determinarea formulei optime de calcul a C_{ech} dintre cele trei propuse, trebuie urmărit coeficientul de corelație r_{xy}. Cu cît acesta este mai apropiat în valoare absolută de 1,

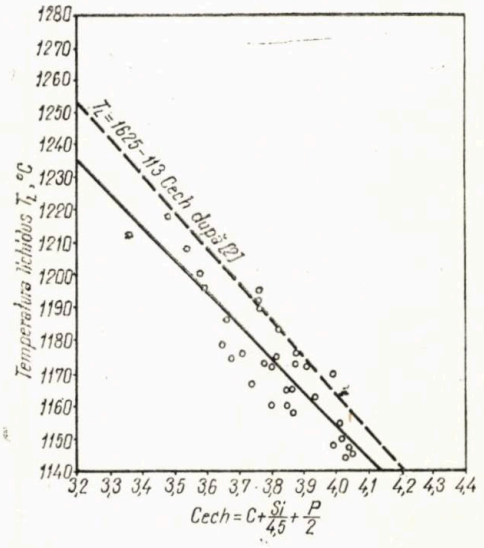


Fig. 5, *c*. Dependența dintre temperatura lichidus T_L și carbonul echivalent

$$C_{ech} = C + \frac{Si}{4,5} + \frac{P}{2}$$

cu atît punctele experimentale sînt mai grupate în jurul dreptei determinate prin analiză statistică. Din relaţiile (4) — (9) se observă

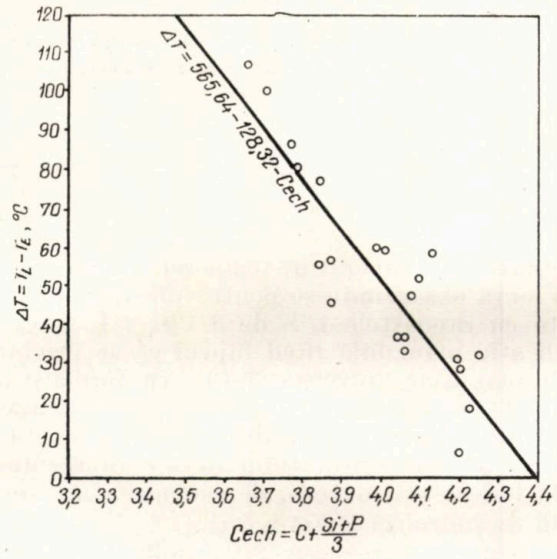


Fig. 5,*d*. Dependenţa dintre diferenţa dintre temperatura lichidus şi cea eutectică $\Delta T = T_L - T_E$ şi carbonul echivalent

$$C_{ech} = C + \frac{Si + P}{3}$$

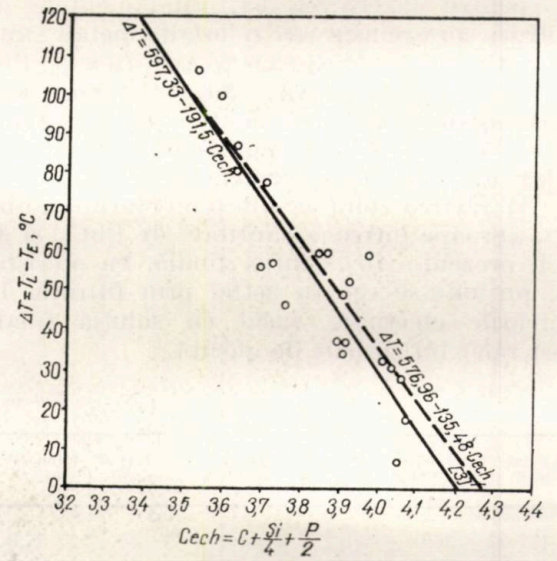


Fig. 5,*e*. Dependenţa dintre diferenţa dintre temperatura lichidus şi cea eutectică $\Delta T = T_L - T_E$ şi carbonul echivalent

$$C_{ech} = C + \frac{Si}{4} + \frac{P}{2}$$

că atît pentru relaţia $T_L - C_{ech}$, cît şi pentru corelaţia $\Delta T - C_{ech}$, coeficientul de corelaţie maximă se obţine atunci cînd C_{ech} s-a calculat cu formula $C_{ech} = C + \frac{Si}{4,5} + \frac{P}{2}$.

Pentru $T_L - C_{ech}$, $r_{xy} = -0,892$, ceea ce înseamnă că C_{ech} explică $(-0,892)^2 \times 100 = 79,56$ % din variaţiile lui T_L. Pentru $\Delta T - C_{ech}$, $r_{xy} = -0,909$, ceea ce înseamnă că C_{ech} explică $(-0,909)^2 \times 100 = 82,63$ % din variaţiile lui ΔT. Rezultă în acelaşi timp că erorile minime în determinarea carbonului echivalent se obţin prin folosirea ecuaţiei (9) care dă variaţia lui ΔT funcţie de $C_{ech} = C + \frac{Si}{4,5} + \frac{P}{2}$.

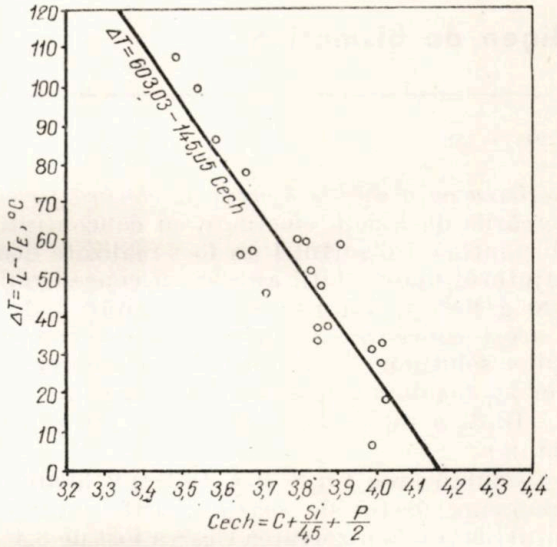


Fig. 5,*f*. Diferenţa dintre temperatura lichidus şi cea eutectică $\Delta T = T_L - T_E$ şi carbonul echivalent

$$C_{ech} = C + \frac{Si}{4,5} + \frac{P}{2}$$

Concluzii

Echipamentul pentru analiza rapidă a fontelor hipoeutectice cu grafit lamelar realizat de F.E.A. şi I.C.T.C.M. permite determinarea carbonului echivalent al fontelor în mai puţin de două minute, prin înregistrarea curbelor de răcire.

Pentru obţinerea preciziei maxime în determinarea carbonului echivalent se recomandă folosirea formulei:

$$C_{ech} = C + \frac{Si}{4,5} + \frac{P}{2}$$

precum şi a ecuaţiei ce leagă acest carbon echivalent de diferenţa dintre temperatura lichidus T_L şi cea solidus T_E, $\Delta T = T_L - T_E$.

$$\Delta T = 603,037 - 145,048 \cdot C_{ech}$$

În acest caz 82,63% din variaţiile carbonului echivalent sînt explicate de variaţia ΔT, pentru numărul de încercări efectuat. Relaţiile determinate sînt valabile pentru metoda de analiză rapidă prezentată.

BIBLIOGRAFIE

[1] Jelley R. şi Humphreys J. G. *Rapid thermal analysis as an aid to quality control of cast iron.* British Foundryman, ianuarie, 1962.

[2] Le Gal J. şi Mathon P. *Progrès récents en analyse thermique.* Fonderie, aprilie, 1970, nr. 289, p. 133—145.

[3] Studlik S. şi Jagos M. *Assessment of Strength of Grey Cast Iron on the Basis of Cooling Curves.* Foundry Trade Journal, nr. 2728, martie, 1969, p. 458—464.

[4] Hertung W. *Thermische Analyse zur Beurteilung des Erstarrungs verhaltens von Gusseisen.* Giesserei, nr. 24, noiembrie 1970, p. 753—756.

Rezultatele cercetărilor de laborator privind un nou procedeu complex de valorificare a bismutului dintr-un concentrat indigen de bismutină

Ing. V. Alex. Moucha

Institutul de proiectări și cercetări pentru industria metalelor neferoase și rare—București

CZ 622.34 : 543 062

Lesierea cu o soluție apoasă de clorură ferică. Încercările de lesiere efectuate cu concentratul de bismutină din sortul I au fost realizate doar cu ajutorul unor soluții apoase cu concentrația de 20 g Fe^{3+}/l, datorită unor cantități reduse din acest concentrat. Din examinarea concentrațiilor soluțiilor finale obținute și ale reziduurilor au rezultat următoarele concluzii:

— Bi_2S_3 a rămas în mod practic integral în reziduu;

— solubilizarea Cu_2S și a PbS s-a făcut cu randamente destul de scăzute, astfel: randamentul maxim la dizolvarea Cu_2S a fost de 8,4% (la o durată a procesului de 3 h și la un raport L/S=2/1), iar randamentul maxim la dizolvarea PbS a fost de 21,5% (la o durată a procesului de o oră și la un raport L/S = 4/1);

— dizolvarea celorlalte sulfuri prezente în concentratul inițial de bismutină a avut loc extrem de slab și nu prezintă interes practic.

Avînd în vedere aceste concluzii, în încercările ulterioare efectuate cu soluții mai concentrate de $FeCl_3$, spălarea reziduurilor pe filtru s-a putut face cu soluții avînd 20 g Fe^{3+}/l, fără a exista pericolul introducerii de erori în ceea ce privește randamentele de solubilizare a Bi_2S_3 [10].

Încercările de lesiere efectuate cu concentratul de bismutină din sortul II au fost realizate cu ajutorul unor soluții cu concentrațiile de 100 și, respectiv, 220 g Fe^{3+}/l. Pe baza acestor date s-au putut calcula randamentele de lesiere pentru bismut (tabela 1).

Din examinarea tabelei 1 se pot desprinde următoarele concluzii:

— pentru aceeași durată de reacție și pentru aceeași temperatură, randamentul de solubilizare a bismutului crește direct proporțional cu raportul lichid/solid;

— pentru aceeași durată de reacție și pentru același raport lichid/solid, randamentul de solubilizare a bismutului crește direct proporțional cu temperatura de reacție;

— randamentele maxime obținute la solubilizarea bismutului au fost: 87,8 %, pentru încercarea 27 (60°C, 3 h, L/S = 4/1), și 91,7%, pentru încercarea 54 (100°C, 3 h, L/S = 4/1);

— filtrarea produșilor de reacție a decurs mult mai repede pentru încercările efectuate la cald (60 și 100°C) decît pentru încercările efectuate la temperatura camerei, filtrarea cea mai lentă observîndu-se pentru încercările efectuate cu rapoartele L/S de 3/1 și 4/1, singura explicație plauzibilă fiind faptul că se produce mult mai ușor hidroliza $FeCl_3$, cu formare de $Fe(OH)_3$ ce înfundă porii hîrtiei de filtru, cît și datorită formării sulfului coloidal [3], [4];

— creșterea conținutului de Fe în reziduul de la lesiere s-ar datora, de asemenea, fenomenului de hidroliză a $FeCl_3$ [5];

— pentru încercarea 27, randamentele de dizolvare corespunzătoare celorlalte metale sînt: 65,2 % Cu; 79 % Se; 35,1 % Ag; 29,7 % Pb; 77 % As; 6,3 % Au. Pentru Zn, randamentul de dizolvare este practic nul;

— pentru încercarea 54, randamentele de dizolvare corespunzătoare celorlalte metale sînt: 80,4 % Cu; 77,5 % Se; 75,6 % Ag; 76,6 % Pb; 79,5 % As; 7,3 % Au; 39,4 % Zn. S-ar putea spune că randamentul de dizolvare pentru Se, As și Au nu depinde de concentrația în Fe^{3+} a agentului de dizolvare;

— la răcirea soluției, sub temperatura ambiantă, aproape întreaga cantitate de $PbCl_2$ și de AgCl, prezente în soluția finală, va recristaliza, putîndu-se separa astfel prin filtrare. În încercările efectuate vasul cu soluția finală a fost răcit într-o baie de gheață.

Tabela 1

Nr. crt. al încercării	Randamentul, %	Nr. crt. al încercării	Randamentul,%	Nr. crt. al încercării	Randamentul, %
1	36,0	2	51,4	3	57,0
4	22,0	5	57,2	6	61,5
7	40,5	8	53,7	9	54,01
10	34,4	11	34,8	12	72,9
13	33,6	14	48,9	15	73,6
16	39,2	17	40,8	18	60,3
19	29,9	20	65,0	21	77,9
22	14,0	23	61,9	24	67,4
25	18,6	26	45,0	27	87,8
28	16,5	29	26,0	30	32,6
31	14,0	32	26,1	33	34,0
34	18,5	35	38,4	36	39,2
37	71,6	38	76,3	39	81,6
40	73,4	41	77,0	42	83,1
43	72,4	44	78,3	45	84,2
46	76,7	47	82,5	48	86,1
49	77,3	50	84,1	51	88,9
50	78,6	53	85,1	54	91,7

Cementarea cu șpan de fier. Prin introducerea de șpan de fier în soluția finală purificată de $PbCl_2$ și AgCl are loc cementarea tuturor metalelor mai electropozitive decît Fe, și anume: Bi, Cu, Sb, Sn, Se, Te, precum și a urmelor de Ag și Pb [2].

Din cele cîteva încercări efectuate au rezultat următoarele condiții optime de lucru: exces de șpan de fier de circa 10—15 % față de stoechiometricul calculat în raport cu suma metalelor mai electropozitive decît fierul prezente în soluția finală; agitarea reactanților cu ajutorul unui agitator electromagnetic; durata procesului între 1 și 1,5 h, în funcție de compoziția soluției finale; p*H* acid, de circa 1,5, realizat prin acidulare cu HCl; prin încălzirea amestecului de reacție la circa 40°C s-a observat o reducere a duratei procesului de cementare de pînă la 30 % față de valoarea dată mai sus pentru durată.

Regenerarea soluției apoase de $FeCl_3$ + $FeCl_2$. Pentru a mări rentabilitatea procedeului propus se impune și o operație suplimentară de regenerare a soluțiilor epuizate de clorură ferică—clorură feroasă, cu conținuturi variabile de clorură de zinc. Aceasta se realizează prin barbotarea de clor gazos, reacția globală de regenerare fiind:

$$2FeCl_{2(aq)} + Cl_{2(gaz)} = 2FeCl_{3(aq)} \qquad (1)$$

Datele asupra cineticii oxidării Fe^{2+} nu sînt prea numeroase; Taube [6], [7] presupune apariția, în cadrul procesului, a radicalilor liberi Cl_2^- sau Cl, obținuți prin reacțiile:

$$Fe^{2+} + Cl_2 = Fe^{3+} + Cl_2^- \qquad (2)$$

$$Fe^{2+} + Cl_2 = FeCl^{2+} + Cl \qquad (3)$$

Alți autori [10] propun mecanismul:

$$Fe^{2+} + OX = Fe(IV) + Red. \qquad (4)$$

$$Fe(IV) + Fe^{2+} = [Fe\ (III)]_2 \qquad (5)$$

În sistem apar dimeri de forma:

Fe $\langle^{OH}_{OH}\rangle$ Fe^{4+} sau Fe $\langle^{OH}_{Cl}\rangle$ Fe^{4+} care la

aciditate ridicată se disociază în $FeCl^{2+}$ și Fe^{3+}.

Prin analogie cu oxidarea Fe^{2+} cu O_2 mecanismul cel mai probabil se pare a fi cel ce implică participarea radicalului ipotetic Cl_2H:

$$Fe^{2+} + Cl_2 = Fe^{3+} + Cl_2^- \qquad (6)$$

$$Cl_2^- + H^+ = Cl_2H \qquad (7)$$

$$Fe^{2+} + Cl_2H = Fe^{3+} + 2Cl^- + H^+ \text{ [8], [9], [10]} \qquad (8)$$

Este necesar ca debitul clorului să fie constant și să nu aibă o valoare prea ridicată, pentru ca să se realizeze timpi de contact suficienți de mari între clorul gazos și soluția epuizată. Debitul de clor a fost astfel ales încît bulele de gaz ce barbotau în soluție puteau fi numărate cu ochiul liber.

S-au supus regenerării soluții finale cu un conținut mediu de circa 120 g Fe^{2+}/l. În figura 1 este redată scăderea concentrației ionilor feroși la oxidarea cu clor gazos, în funcție de durata procesului de regenerare a clorurii ferice.

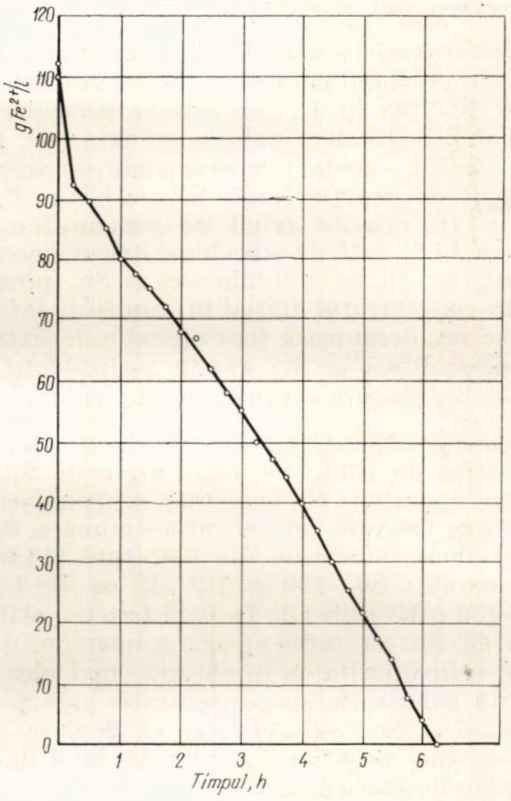


Fig. 1. Reducerea concentrației de Fe^{2+} la oxidarea cu clor gazos.

Se poate spune că după circa 6 h de barbotare a clorului gazos întrega cantitate de fier bivalent prezent în soluție a trecut în forma trivalentă.

Soluția astfel regenerată este returnată la operația de lesiere a concentratului de bismutină. În timp, datorită acumulărilor succesive de $ZnCl_2$ în soluție, aceasta devine improprie

operației de leșiere, fiind necesară înlocuirea ei cu o soluție proaspătă. Recuperarea Fe și a Zn din soluțiile epuizate, ce nu mai pot fi folosite la leșiere, s-a realizat cu randamente foarte bune, pe baza schemei din figura 2.

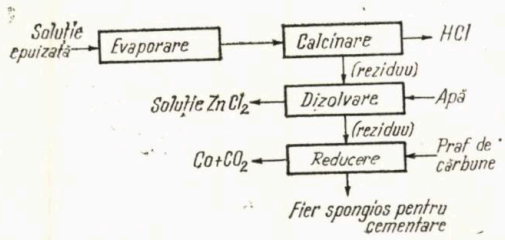


Fig. 2. Prelucrarea soluțiilor epuizate.

La scară pilot, acidul clorhidric rezultat din descompunerea termică a $FeCl_2$ ar putea fi captat și folosit în continuare la operația de dizolvare a cementului de bismut, pentru care este necesar un acid diluat.

Dizolvarea cementului. Dizolvarea cementului, spălat în prealabil cu apă, s-a făcut la o temperatură de circa 90° C, sub agitare continuă cu aer comprimat cu o soluție diluată de HCl (cca. 15 %), acidul introducîndu-se treptat în vasul de reacție, pînă la completa dizolvare a Bi, aceasta avînd loc pentru un exces de circa 15 % față de stoechiometricul necesar. O dată cu Bi se solubilizează și Sn, prezent însă în concentratul inițial în cantități infime, ceea ce nu deranjează însă operația de extracție electrolitică a Bi; rămîn nedizolvate Sb, Cu, Te, Se, precum și urmele de Ag și Pb.

Extracția electrolitică a bismutului. Soluția clorhidrică de $BiCl_3$, cu slabe urme de Sn, se supune operației de corectare a compoziției în ceea ce privește concentrația optimă a $BiCl_3$ și HCl liber, indicațiile din literatură [1] fiind următoarele: 80—100 g Bi^{3+}/l, ca $BiCl_3$, și 100—150 g HCl liber/l. În mod practic, slabele urme de Sn nu influențează randamentul de curent și nici puritatea Bi obținut, mai ales că, datorită polarizației de concentrație potențialul reversibil al Sn (—0, 14V) se va deplasa spre valori și mai negative, astfel încît ionii de Sn nu se vor descărca la catod.

S-a lucrat la temperatura camerei deși soluția s-a încălzit slab datorită efortului Joule-Lenz, compoziția electrolitului fiind aleasă identică cu compoziția electrolitului utilizat la rafinarea electrolitică a Bi [1]. În scopul accelerării procesului s-au folosit densități de curent cuprinse între 100 și 130 A/m², în mod practic lucrîndu-se cu 120 A/m².

Datorită acțiunii corosive a electrolitului s-au folosit cuve din plexiglas, cu dimensiunile de 150×150×100 mm, anozii fiind confecționați din plăci de grafit cu dimensiunile de 75×125×5 mm. S-a preferat grafitul deoarece supratensiunea de transfer de sarcină a clorului pe grafit este infimă, în timp ce pentru ionii HO^- ea este ridicată, la anod degajîndu-se doar clorul. Anozii au fost cufundați sub niște clopote din plexiglas, prevăzute cu ștuțuri pentru evacuarea clorului. Degajarea bulelor de clor din anolit a fost favorizată de o depresiune medie realizată cu ajutorul unei trompe de apă. În figura 3 este redată schema instalației folosite.

Aprecierea randamentului anodic de curent s-a efectuat prin dozarea clorului anodic captat în două vase spălătoare legate în serie, în care se aflau cîte 200 cm³ sol. 50 % NaOH. După o perioadă de timp s-au determinat concentrațiile ionilor Cl^- din ambele vase spălătoare.

Ca material catodic s-au utilizat folii de plumb electrolitic, cu dimensiunile de 75×125×1 mm. S-au folosit doi anozi și un singur catod, în cuvă aflîndu-se circa 1,8 l de electrolit. Distanța dintre electrolizi a fost de circa 50 mm.

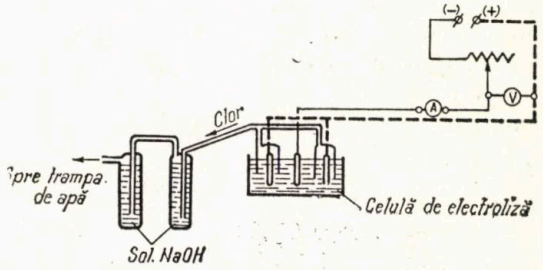


Fig. 3. Schema instalației de laborator pentru electroliză.

Potențialele standard ale bismutului și clorului fiind 0,28 V, respectiv —1,36 V, rezultă tensiunea teoretică de descompunere: $E_d = E^a_{Bi} - E^c_{Cl} = 1{,}64$ V. Ținînd seamă că în electrolit are loc o oarecare cădere de tensiune, s-a ales ca valoare a tensiunii la borne circa 2 V.

Randamentul catodic de curent s-a apreciat gravimetric, el prezentînd valori cu puțin mai mari decît cel anodic. O explicație a acestui fenomen ar constitui-o faptul că viteza de barbotare a clorului anodic în cele două vase spălătoare a fost prea ridicată, neexistînd, deci, timp suficient pentru reacția de clorurare a NaOH, o parte din clor fiind evacuat în atmosferă.

Electroliza se oprește atunci cînd concentrația de bismut (ca $BiCl_3$) scade pînă la valoarea de circa 30—35 g/l. După corectarea compoziției electrolitului epuizat și introducerea unor catozi noi electroliza se reia. Nu s-au folosit adaosuri de clei sau de gelatină întrucît depozitul catodic de bismut avea o structură destul de fină. Rezultatele experimentale sînt redate în tabela 2; bismutul depus a fost desprins de pe catodul de plumb, s-a topit, s-a turnat în lin-

gouri şi s-a analizat chimic. Din datele analizelor chimice a rezultat puritatea avansată a bismutului obţinut pe această cale: 99,98 — 99,996 % Bi.

Tabela 2

I, A	*Dc* A/m²	*Ub*, V	*t*, h	Randamentul catodic, %	Randamentul anodic, %	Consumul specific de energie, kWh/tBi
2,33	120	1,98	10	94,1	91,2	806
2,41	124	2,01	10	92,8	90,4	834
2,35	221	1,99	10	92,1	90,1	834

Concluzii

Lucrarea prezintă un procedeu tehnologic complex de valorificare a bismutului şi a celorlalte metale însoţitoare, dintr-un concentrat indigen de bismutină.

Sînt prezentate date referitoare la toate operaţiile de bază ale procedeului.

Bismutul extras electrolitic prezintă o puritate avansată, consumul specific de energie fiind moderat, iar randamentul de curent fiind mare.

Se propune o variantă a procedeului tehnologic pentru cazul în care concentratul iniţial de bismutină ar conţine cantităţi de stibiu şi de staniu de ordinul procentelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Oprea I. l. şi colectiv. *Metalurgiile elementelor însoţitoare ale metalelor neferoase uzuale.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1968.

[2] Teft L. A. şi Duhankina L. S. *Problema cementării cuprului şi a plumbului din soluţii concentrate de clorură ferică.* Trudi institut metallurghii i obogoşcenia. Acad. Nauk Kazah. S. S. S. R., vol. IV, 1962.

[3] Haver F. P. şi Wong M. M. Journal of Metals, nr. 2, 1971, p. 25—27.

[4] Rohrman F. A. şi Ludwig J. H. Journal of Metals, vol. 20, 1968, p. 46.

[5] Ermilov V. V. şi Tkacenko O. B. Teft A. L. Tr. Inst. Met. Obogoşc., vol. 30, 1969, p. 3—14.

[6] Connochiolli T. J., Hamiltan E. J., Sutin J. N. şi Amer J. Chem. Soc., nr. 926, vol. 87, 1965.

[7] Sisoev V. V. Jur. Prikl Himii, nr. 11, vol. 44, 1971.

[8] Crabtree J. N. şi Schaefer W. P. Inorg Chem., nr. 5, 1348, 1966.

[9] Sisoeva V. V. şi Potinian A. L. Jur. Aikl Himii, nr. 2, vol. 44, 1951.

[10] Cijikov D. M. şi Gurovici M. A. *Hidrometalurgia topiturilor sulfuroase şi a metalelor.* Izd. A. N. — S.S.S.R., M 116, 1962.

INVENŢII

Brevet românesc nr. 52.814/1972 C.I.B. C 23 C 1/14 Cl. 48 b 1/14.

PROCEDEU ŞI DISPOZITIV PENTRU COSITORIREA CILINDRILOR DIN BAIA DE ULEI A INSTALAŢIEI DE COSITORIT TABLA LA CALD

Invenţia se referă la un procedeu şi un dispozitiv de cositorire a cilindrilor care lucrează în baia de ulei a maşinilor de cositorit tabla la cald. Cositorirea cilindrilor se execută în afara instalaţiei de cositorire, prin rotirea cilindrilor timp de 1,5—2 h cu o viteză de rotaţie de 50 t/min, într-o baie de cositor topit cu temperatura de 250 — 280 °C.

(Titularul brevetului : Laminorul de tablă subţire — Galaţi)

Brevet românesc nr. 54 . 298/1971 B. 22f. 3/26 49 1. 3 :42 K

PROCEDEU DE OBŢINERE A FILTRELOR METALICE SINTERIZATE

Procedeul, avînd ca scop mărirea vitezei de sinterizare, efectuează pelicula de oxid prin încălzirea pulberii în matriţă la o temperatură cu 100 — 150°C sub temperatura de topire a pulberii, timp de 10 — 15 min, urmată de menţinerea la o temperatură de 50 — 100°C, timp de 60 — 80 min, după care are loc răcirea pînă la temperatura ambiantă.

(Titularul brevetului ICEM—Bucureşti)

Brevet japonez nr. 2. 027. 095 C. 22c 39/00

OŢEL AUSTENITIC REZISTENT LA CĂLDURĂ

Acest oţel are următoarea compoziţie chimică : 0,03—0,3 %C ; max. 1 % Si ; max. 2 % Mn ; 15—26 % Cr ; 7—22 % Ni. Oţelul mai conţine niobiu şi zirconiu în cantităţi în care raportul $\frac{Nb\%/Zr\%}{C\%}$ este cuprins între 0,05 şi 1.

Brevet elveţian nr. 2.014.662 C. 21c7/00

INTENSIFICATOR DE FIERBERE, UTILIZAT LA ELABORAREA OŢELULUI

Procedeul se referă la introducerea, în baia de oţel, a unui intensificator de fierbere pentru oţelul necalmat care conţine flor (fluorură de calciu sau criolită), carbonat de sodiu, ca fondant, şi un aliaj de fier şi aluminiu, ca dezoxidant. Pentru carburare se foloseşte antracitul.

Brevet german nr. 2.070.732/1970 C. 21b. 11/00

PROCEDEU DE CONDUCERE A UNUI CUBILOU CU AER RECE CU DOUĂ RÎNDURI DE GURI DE VÎNT REGLABILE

Invenţia prezentată se referă la un procedeu de construcţie şi conducere a unui cubilou cu două rînduri de guri de vînt reglabile, cu instalaţii de măsurare precisă a cantităţii de aer şi combustibil, cu care se realizează un randament ridicat la topirea fontei.

Brevet francez nr. 2.102.124/194 C. 21b1/0

PROCEDEU DE AGLOMERARE A MINEREURILOR DE FIER

Procedeul se caracterizează prin faptul că minereul de fier măcinat foarte fin se amestecă cu o cantitate de polimer solubil în apă şi cu catena practic lineară, cu indicele de greutate moleculară cuprins între 1 000 000 şi 2 000 000, cu care se poate realiza un aglomerat foarte rezistent.

Brevet francez nr. 2.099.601 C.21 b.5/00

PROCEDEU PENTRU CONDUCEREA UNUI FURNAL CU INSUFLARE DIFERENŢIATĂ ÎN ZONA GURILOR DE VÎNT A UNUI GAZ REDUCĂTOR AUXILIAR

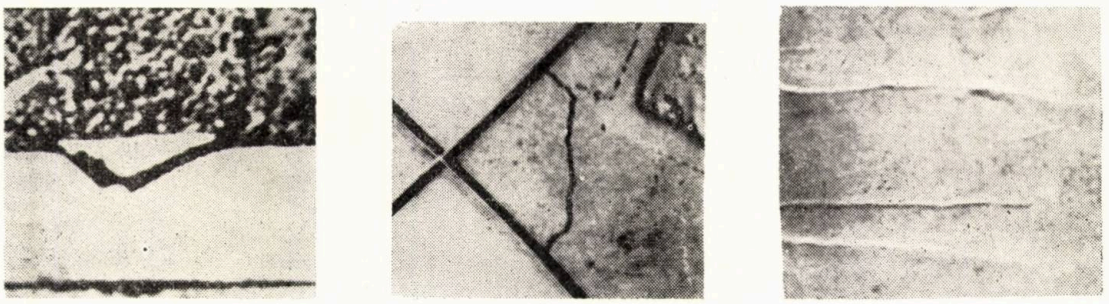
Procedeul constă în suflarea în furnal, la nivelul gurilor de vînt sau imediat deasupra lor, a unui gaz reducător care conţine CO sau H_2. Se variază şi se alternează cantitatea gazului auxiliar şi a vîntului pentru obţinerea unui randament optim de reducere a minereului de fier în furnal

Considerații privind determinarea tendinței de formare a defectelor cauzate de dilatație la turnarea în forme crude

Ing. I. Ciobanu
Universitatea din Brașov

CZ 621. 742.422.019

Sensibilitatea amestecurilor de formare la defectele de dilatație. Într-o lucrare anterioară privind defectele pieselor turnate cauzate de dilatația amestecurilor de formare [1] a fost analizat mecanismul apariției acestor defecte în contextul fenomenelor care au loc în formă la turnare. Defectele datorate dilatației apar la turnarea în forme crude în special la turnarea pieselor mari, cînd forma prezintă suprafețe mari expuse unei radiații puternice din partea metalului lichid sau cînd la umplere se creează în formă jeturi de metal staționare, care provoacă la margine o dilatare neuniformă a amestecului. Aceste defecte afectează în primul rînd suprafața pieselor turnate, dînd naștere la cute, coji și cozi de șobolan (fig. 1). În unele cazuri, la șocuri termice foarte pronunțate, cojile desprinse se rup, iar defectele de suprafață sînt însoțite de defecte interioare din categoria incluziunilor de amestec.



a *b* *c*

Fig. 1. Defecte cauzate de dilatația amestecurilor de formare:
a – cute; *b* – coji; *c* – cozi de șobolan.

O atenție deosebită trebuie acordată acestor defecte acolo unde calitatea suprafeței constituie o condiție primordială pentru recepția pieselor turnate. Astfel de condiții se impun, de exemplu, pieselor care urmează să fie emailate (băi, obiecte sanitare, obiecte casnice etc.).

Formarea defectelor datorate dilatației constituie un proces complex, în care intervine un număr mare de factori ce depind, pe de o parte, de calitatea amestecului iar, pe de altă parte, de caracteristicile pieselor turnate (configurație, dimensiuni, aliaj). În general caracteristicile pieselor turnate nu pot fi modificate, de aceea singura posibilitate de intervenție în vederea prevenirii acestor defecte, în afară de reducerea duratei de umplere, constă în îmbunătățirea calitativă a amestecurilor de formare. Aceasta presupune însă definirea tendinței de formare a defectelor, datorită dilatației ca proprietate tehnologică a amestecurilor de formare, definirea unităților de măsură și stabilirea unor metode adecvate pentru determinare.

Tendința formării defectelor de dilatație caracterizează sensibilitatea amestecurilor de formare de a da naștere la defecte de genul cutelor, cojilor sau cozilor de șobolan. Evaluarea cantitativă a acestei proprietăți are o importanță practică deosebită deoarece face posibilă compararea calitativă a amestecurilor de formare și creează premisele unui control adecvat al amestecurilor de formare în cadrul procesului de producție în vederea prevenirii defectelor cauzate de dilatație.

Determinarea prin încercări tehnologice a tendinței de formare a defectelor cauzate de dilatația amestecurilor de formare. Pentru a aprecia sensibilitatea amestecurilor de formare la apariția defectelor de dilatație s-au conceput diverse încercări tehnologice care constau, în general, din expunerea unor epruvete la solicitări termice bruște în vederea realizării unor condiții favorabile apariției defectelor de dilatație. Cea mai simplă încercare de acest gen este aceea propusă de N. G. Levelink [10], care a utilizat în acest scop epruvete de diverse forme îndesate în cilindri metalici (fig. 2).

Epruvetele convexe prezintă o sensibilitate mai mare decît cele plane (fig. 2). Epruvetele se usucă mai întîi într-o etuvă, iar apoi se introduc într-un cuptor cu mufă, încălzit în prealabil la 1 400°C. Deoarece amestecul are un coeficient de dilatare mai mare decît inelul metalic, se produce o supraînălțare a straturilor superficiale de amestec. Drept criteriu

de apreciere a tendinței de formare a defectelor de dilatație se utilizează mărimea acestor supraînălțări. Unii autori propun drept criteriu timpul de apariție a fisurilor. Această încercare este

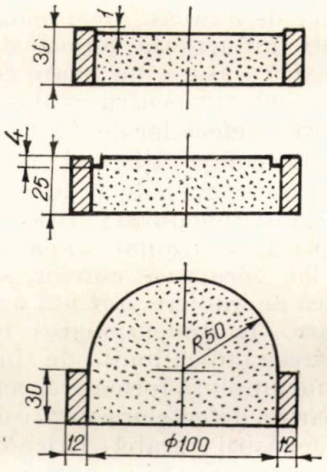


Fig. 2. Probe pentru aprecierea tendinței de formare a defectelor de dilatație tip Levelink.

rapidă, simplă și nu necesită aparatură specială, costisitoare, dar este insuficient de precisă. Ea permite numai o apreciere calitativă a sensibilității amestecurilor la defectele de dilatație, nefiind posibilă o evaluare cantitativă precisă a acesteia în condițiile reale ale apariției defectelor de turnare.

Ulterior H. W. Dieter a construit un aparat care permite efectuarea unei încercări asemănătoare direct pe formă. Acest aparat constă dintr-un cuptor electric cilindric, care se încălzește în prealabil la temperatura de încercare și se așază pe suprafața formei. Apariția defectelor se urmărește printr-o fereastră. Acest aparat prezintă însă aceleași dezavantaje ca și epruvetele utilizate de Levelink deoarece condițiile de încercare diferă mult de condițiile reale existente în formă la turnare.

Încercările cele mai precise pentru aprecierea sensibilității amestecurilor de formare la defectele de dilatație constau în turnarea unor probe

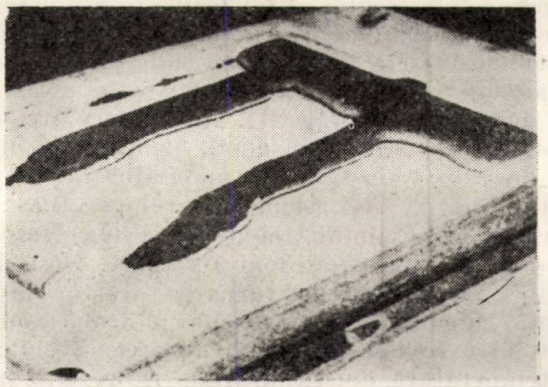


Fig. 3. Formarea jeturilor staționare în dreptul canalelor de alimentare.

în condiții favorabile apariției acestor defecte. Piesele turnate au forma unor plăci în așa fel încît suprafața expusă radiației să fie suficient de mare. Pe partea superioară ele prezintă două nervuri care se întretaie în V sau X pentru

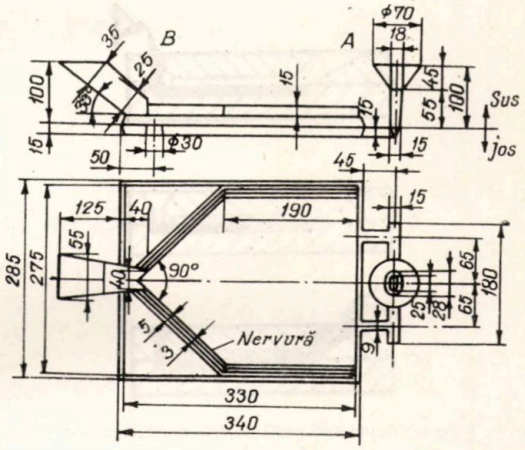


Fig. 4. Epruvetă turnată pentru determinarea duratei critice de iradiere [2].

a accentua sensibilitatea formei superioare la apariția cutelor și cojilor. Sistemul de alimentare este subdimensionat, astfel încît umplerea formei să fie lentă, iar la pătrunderea metalului în cavitatea formei să se creeze condiții favora-

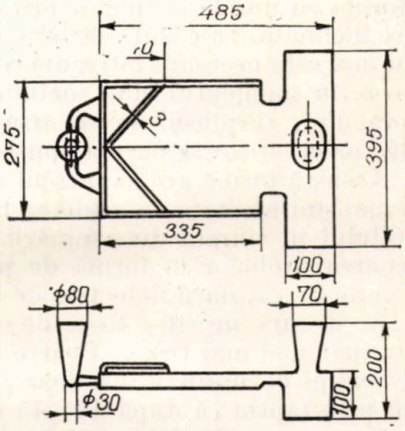


Fig. 5. Epruvetă turnată pentru determinarea duratei critice de iradiere [7].

bile apariției cozilor de șobolan prin formarea unor jeturi înguste în dreptul alimentatorilor (fig. 3). Din multitudinea epruvetelor de acest gen, utilizate de diverși cercetători, cele mai sensibile și practice sînt cele propuse de W. Patterson și D. Boenisch [2] — [6] (fig. 4) și cele ale lui F. Krutzner și F. Hill [7] (fig. 5). În cazul primei epruvete determinarea se desfășoară în mai multe faze (fig. 6). Forma are două rețele de turnare: una principală *A*, cu două canale de alimentare înguste, și alta secundară *B*, înclinată. Metalul se toarnă la început prin rețeaua de alimentare principală,

pînă cînd nivelul lui atinge jumătate din înălțimea formei. Acest nivel este marcat de un prag (sau un alt semn) vizibil prin deschiderea înclinată, care permite observarea fenomenelor din interior. În momentul cînd metalul lichid ajunge

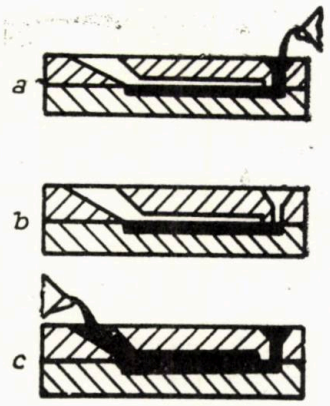


Fig. 6. Fazele încercării pentru determinarea duratei critice de iradiere;
a — umplerea formei pînă la jumătate (pînă la 15 s); *b* — întreruperea turnării (pînă la 40 s); *c* — umplerea completă a formei prin pîlnia înclinată (pînă la 45 s).

în dreptul pragului turnarea se întrerupe. Astfel durata de iradiere a peretelui superior al formei se poate prelungi pînă la apariția defectelor de dilatație. Formarea cojilor se urmărește, de asemenea, prin deschiderea înclinată. După aceasta forma se umple cu metal prin rețeaua de turnare înclinată. În cazul celeilalte epruvete (fig. 5) nu mai este necesară întreruperea turnării deoarece, în momentul cînd metalul atinge nivelul pragului, surplusul se revarsă într-un bazin colector practicat în partea opusă alimentatorilor. Această formă are avantajul că rezultatele nu mai sînt afectate de scăderea temperaturii metalului în timpul determinării.

La turnarea probelor în formă de placă s-a constatat practic că, dacă defectele de dilatație nu apar în decurs de 40—45 s de iradiere, atunci nu apar nici mai tîrziu. Foarte rar apar defecte la timpi de iradiere mai mari. Aceasta se explică prin faptul că după 40—45 s stratul superficial supus radiației depășește deja temperatura punctului critic de dilatație al cuarțului (573°C). Peste această temperatură dilatația amestecului este mult mai mică și fără variații bruște. În plus stratul superficial uscat atinge o grosime suficientă pentru a rezista tensiunilor ce se creează.

Tendința de formare a defectelor de dilatație se poate aprecia în funcție de frecvența apariției defectelor, de mărimea acestora sau în funcție de durata critică de iradiere. Inițial, în unele lucrări mai vechi [4], [5] s-a apreciat sensibilitatea amestecurilor la defecte de dilatație prin mărimea defectelor (suprafața în cazul cojilor și lungimea pentru cozile de șobolan), determinată după un timp de iradiere de 40—45 s. Acest criteriu de apreciere nu este însă justificat deoarece din punct de vedere al calității pieselor, mărimea defectelor are o importanță minoră, întrucît acesta determină rebutarea indiferent de mărime. După cum s-a constatat ulterior [7], mărimea defectelor crește cu depășirea duratei critice de iradiere. Deci mărimea defectelor nu este influențată numai de calitatea amestecului și, ca atare, nu poate constitui un criteriu reprezentativ pentru evaluarea tendinței de formare a defectelor de dilatație.

Criteriul de comparație cel mai adecvat, justificat atît din punct de vedere teoretic, cît și practic, îl constituie durata critică de iradiere. Aceasta reprezintă timpul după care într-o formă are loc formarea cutelor sau cojilor. Durata critică de iradiere prezintă o importanță practică mare la dimensionarea rețelelor de turnare deoarece indică limita de timp maximă în care trebuie umplută forma respectivă pentru a se evita apariția defectelor cauzate de dilatație. Pe măsura depășirii duratei critice defectele se accentuează ca urmare a unei radiații mai îndelungate.

Durata critică de iradiere la turnarea pieselor din producția curentă este evident diferită de cea determinată la probele în formă de placă. Pe baza unor cercetări sistematice se poate stabili însă în ce măsură influențează configurația pieselor asupra duratei critice de iradiere. Se poate realiza astfel o corespondență între rezultatele determinărilor pe proba convențională și durata critică de iradiere pentru fiecare piesă în parte, ceea ce creează posibilitatea unei dimensionări a rețelelor de turnare care să aibă în vedere și sensibilitatea amestecurilor de formare la defecte de dilatație.

În literatură se întîlnesc și alte epruvete în formă de placă utilizate în același scop dar care diferă de cele descrise prin diverse detalii constructive [15], [16]. Astfel, unele în loc de nervuri prezintă în mijlocul formei superioare un orificiu cilindric deschis (maselotă deschisă), altele au suprafața perfect plană. Aceste forme au însă o sensibilitate mai mică la defecte de dilatație decît cele prevăzute cu nervuri.

Pentru ca rezultatele determinărilor să fie comparabile trebuie să se realizeze o uniformizare a acestor încercări atît în privința formei și dimensiunilor, cît și a condițiilor de încercare. Cea mai indicată în acest sens este epruveta cu nervuri și cu prag (fig. 5) deoarece are sensibilitate sporită și asigură menținerea unei temperaturi constante a metalului în timpul determinării. De asemenea, temperatura de turnare a metalului trebuie să se încadreze în limite constante, cît mai restrînse. Deși unii autori au utilizat la turnarea acestor probe fontă, se consideră că este mai indicat ca epruvetele să se toarne în oțel deoarece oțelul are o temperatură de turnare mai ridicată și produce o solicitare termică mai accentuată a amestecului de formare.

Determinarea tendinței de formare a defectelor de dilatație în funcție de eforturile de dilatare și de rezistența zonei de recondensare. Diagrama formării cutelor. Aprecierea tendinței de formare a defectelor de dilatație pe baza timpului critic de umplere determinat prin turnarea unei probe convenționale constituie metoda de încercare cea mai justificată din punct de vedere tehnologic deoarece condițiile determinării sînt corespunzătoare condițiilor reale existente la formarea defectelor. Această metodă este însă greoaie, durează mult, necesită o gamă mare de operații (elaborare, formare, turnare, dezbatere etc.). De aceea s-a căutat să se exprime tendința de formare a defectelor de dilatație în funcție de factorii care influențează direct apariția defectelor și anume de tensiunile de dilatare și de rezistența la tracțiune în zona de recondensare, mărimi care se pot determina cu rapiditate în laborator pe epruvete standard [1].

Tendința amestecurilor de a produce defecte este cu atît mai mare, cu cît tensiunile de dilatare sînt mai puternice și cu cît rezistența la tracțiune în zona de condensare este mai scăzută. Avînd în vedere această dependență, tendința de formare a defectelor de dilatație s-a exprimat inițial printr-un indice numeric convențional dat de raportul celor doi factori [5]:

$$t_d = \frac{p_c}{\sigma_z}, \qquad (1)$$

unde p_c reprezintă tensiunile de compresiune, kgf/cm², iar σ_z — rezistența zonei de recondensare, gf/cm².

Conform acestei relații, tendința de formare a defectelor rămîne neschimbată la diverse valori ale tensiunilor de dilatare și ale rezistenței zonei de condensare cu condiția ca raportul lor să rămînă constant.

Relația de proporționalitate (1) este însă ipotetică, fiind mai mult calitativă decît cantitativă. Ea conturează dependența sensibilității amestecurilor, la defectele de dilatație, de cei doi factori. Pentru ca relația să devină exactă ar trebui corectată cu diverși coeficienți care să țină cont de condițiile reale existente în forme la apariția defectelor (temperaturi de turnare, configurația formei, gradul de îndesare etc.). Pentru a se putea aprecia cu mai multă precizie tendința de formare a cojilor în funcție de tensiunile de compresiune și de rezistența la tracțiune în zona de condensare s-a căutat să se stabilească o corespondență între acești factori și durata critică de iradiere, mărime care caracterizează cel mai bine tendința la defectele cauzate de dilatație. Pe baza unui număr foarte mare de determinări executate la peste 170 rețete de amestecuri de formare, W. Patterson și D. Boenisch au trasat diagrama formării cutelor (fig. 7) care realizează corespondența dintre toți acești factori. În abscisă este înscrisă rezistența la tracțiune în zona de condensare, iar în ordonată, tensiunile datorate dilatației frînate. În cîmpul diagramei este trasat un fascicul de curbe corespunzătoare amestecurilor cu aceeași durată critică de iradiere, deci cu aceeași sensibilitate la defecte. Astfel, pe baza unor încercări de laborator ușor de efectuat se poate evalua cu suficientă precizie durata critică de iradiere corespunzătoare încercărilor tehnologice de turnare pe probe în formă de placă. De exemplu, la un amestec cu rezistența zonei de condensare de 20 gf/cm² și valoarea tensiunilor de dilatare de 2 kgf/cm², durata critică de iradiere este de 30 s. Aceeași durată critică se întîlnește și la un amestec de 30 gf/cm² rezistența la tracțiune în zona de condensare și 4,5 kgf/cm² tensiunile de compresiune. Curbele fasciculului nu sînt drepte. Deci între raportul celor doi termeni și durata critică de iradiere nu este proporționalitate directă așa cum presupunea relația ipotetică anterioară.

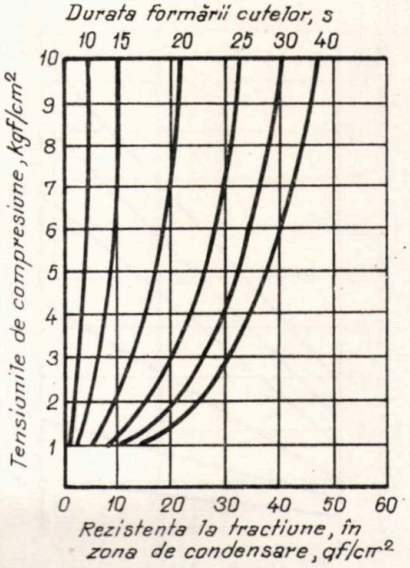


Fig. 7. Diagrama formării cutelor [3].

Ulterior, F. Krützner și F. Hill [7], utilizînd metoda punctelor, au reușit să stabilească ecuația aproximativă a curbelor duratei critice de iradiere din diagrama formării cutelor. Aceste curbe sînt date de o funcție logaritmică de forma:

$$\sigma_z = a + b \cdot \log p_c \qquad (2)$$

Coeficienții a și b depind de durata critică de iradiere t_c:

$$a = 0{,}465\ t_c - 3{,}72 \qquad (3)$$

$$b = 2{,}5\ t_c - 0{,}03\ t_c^2 - 18 \qquad (4)$$

În aceste relații σ_z se măsoară în gf/cm², p_c, în kgf/cm², iar t_c, în s. Analizînd relația (2) rezultă că diagrama formării se poate simplifica foarte mult prin înscrierea rezistenței zonei de conden-

sare în ordonată și reprezentarea tensiunilor de compresiune în scară logaritmică. În acest caz curbele care corespund la aceeași tendință de apariție a defectelor t_c formează un fascicul de drepte (fig. 8).

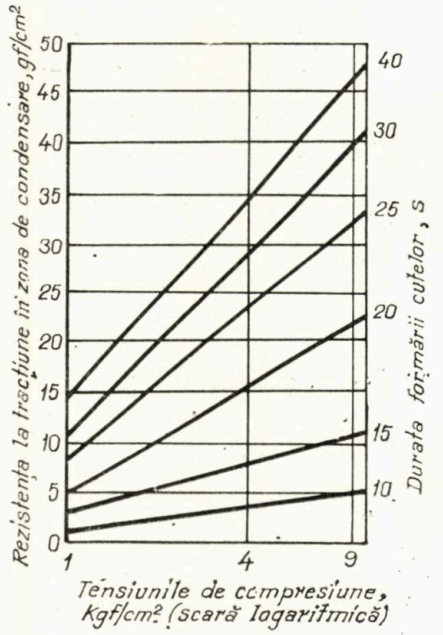


Fig. 8. Diagrama formării cutelor în formă simplificată [7].

Înlocuind relațiile (3) și (4) în (2) se obține ecuația tendinței de formare a cutelor:

$$\sigma_z = 0{,}465\, t_c - 3{,}72 + (2{,}5\, t_c - 0{,}03\, t_c^2 - 18) \log p_c \quad (5)$$

Această ecuație permite explicitarea duratei critice de iradiere t_c în funcție de σ_z și p_c. Pe baza ei se poate reprezenta grafic durata critică de iradiere în funcție de rezistența la tracțiune a zonei de condensare σ_z, considerînd tensiunile de comprimare p_c ca parametru (fig. 9). Curbele

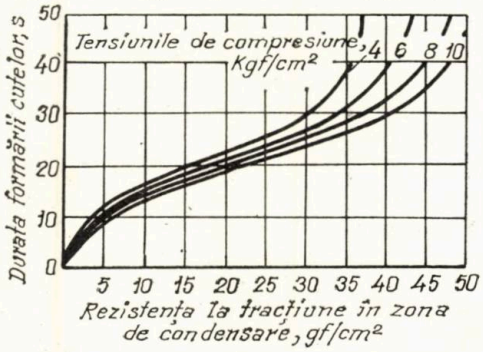


Fig. 9. Determinarea duratei critice de iradiere din diagrama formării cutelor [7].

au o formă relativ complicată dar pe intervalul corespunzător unei rezistențe la tracțiune a zonei supraumede de 15—30 gf/cm², în care se încadrează de obicei valorile întîlnite în practică, aceste curbe pot fi aproximate prin drepte.

H. W. Dietert a încercat să întocmească, de asemenea, o diagramă a formării cutelor pentru aprecierea sensibilității amestecurilor de formare la defecte de dilatație în funcție de mărimi determinabile în laborator [8]. El a ales însă drept variabile mărimea dilatației frînate și rezistența la compresiune la cald a amestecului (fig. 10). În acest scop a împărțit cîmpul diagramei în două zone: una corespunzătoare amestecurilor care nu formează defecte și una care

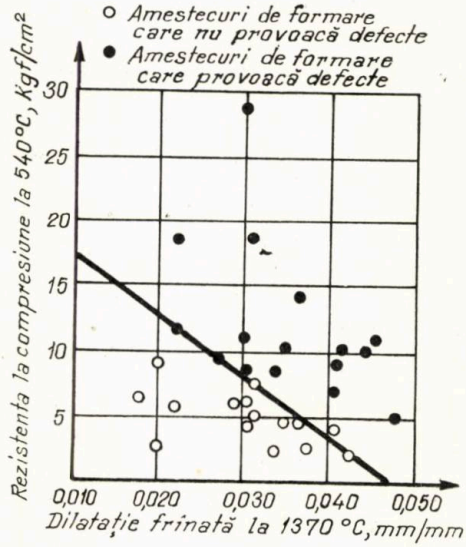


Fig. 10. Formarea defectelor de dilatație în funcție de rezistența la compresiune la cald și de dilatația frînată [8].

corespunde amestecurilor care produc defecte de dilatație. Această diagramă nu permite însă o evaluare cantitativă a sensibilității la defecte de dilatație. Principial s-ar părea că această diagramă este similară diagramei formării cutelor (fig. 6) deoarece tensiunile de dilatare depind de dilatația frînată, iar rezistența la compresiune la cald este corelată într-o anumită măsură cu rezistența zonei de condensare. Aprecierea sensibilității amestecurilor la defectele de dilatație în funcție de rezistanța la tracțiune în zona de condensare și de tensiunile de dilatare este însă mult mai justificată, aceștia fiind factorii principali care influențează în mod direct formarea cutelor și a cojilor. Rezistența la compresiune la cald influențează apariția acestor defecte dar într-o măsură mult mai mică. Pe de altă parte rezistența la compresiune la cald și dilatația frînată sînt într-o anumită măsură interdependente deoarece scăderea rezistenței la compresiune implică o compresibilitate mai mare a amestecului. O dovadă a acestor afirmații o constituie și faptul că alura diagramei lui H. W. Dietert este complet diferită de alura curbelor puse în evidență de W. Patterson și D. Boenisch.

Forma curbelor care corespund la durate critice de iradiere egale permite să se tragă unele concluzii privind influența factorilor înscriși în abscisă și ordonată asupra sensibilității amestecurilor la defectele de dilatație. Modifica-

rea curburii arată că rezistența la tracțiune în zona de condensare și tensiunile de dilatare nu influențează în mod egal defectele de dilatație. Rezistența la tracțiune în stare umedă exercită principial o influență mult mai puternică asupra apariției defectelor decît solicitarea de compresiune. La eforturi de compresiune reduse, influența rezistenței la tracțiune în zona de condensare este mult mai mare decît la solicitări de compresiune mari. În consecință, măsurile pentru îmbunătățirea calitativă a amestecurilor sînt mai operative cînd solicitările de compresiune sînt mici. De exemplu la un amestec care are inițial rezistența la tracțiune în zona de condensare de 20 gf/cm², dacă eforturile de compresiune datorită dilatării sînt de 6 kgf/cm², pentru a preveni formarea cutelor sau cojilor este necesară o sporire a rezistenței zonei de condensare la 41 gf/cm², adică cu circa 100,5 %. Dacă efortul de compresiune este de 2 kgf/cm² este necesară o creștere mult mai mică a rezistenței zonei de condensare, de la 20 la 25 gf/cm², adică cu numai 25 %. Rezultă că cele mai eficiente soluții în vederea reducerii sensibilității amestecurilor de formare la defectele de dilatație sînt acelea care conduc simultan la o micșorare a eforturilor de dilatare și la o sporire a rezistenței zonei de condensare.

Concluzii

Pentru preîntîmpinarea defectelor de dilatație se poate acționa pe două căi, ambele bazate pe cunoașterea duratei critice de iradiere. Una dintre metode constă în dimensionarea rețelei de turnare astfel încît timpul de umplere să fie mai mic decît durata critică de iradiere. Reducerea duratei de umplere este posibilă însă numai în anumite limite deoarece dimensionarea rețelelor de turnare depinde și de factorii hidraulici. În același timp mărirea dimensiunilor rețelei de turnare implică un consum sporit de metal lichid.

A doua metodă constă în îmbunătățirea sensibilității amestecurilor de formare la defectele de dilatație astfel încît forma să suporte fără să se deterioreze șocul termic la care este expusă în timpul umplerii.

Sensibilitatea amestecurilor de formare la defectele de dilatație constituie o proprietate tehnologică intrinsecă a amestecurilor de formare. Ea este influențată în mod direct de tensiunile de compresiune datorate dilatației frînate și de rezistența la tracțiune în zona de condensare. Definirea acestei proprietăți și punerea la punct a metodelor de încercare permit să se efectueze lucrări de cercetare fundamentală prin care să se studieze, sub aspect calitativ dar mai ales cantitativ, factorii care influențează formarea defectelor de dilatație. De asemenea, permite studierea legăturii dintre apariția defectelor și caracteristicile amestecurilor de formare, creînd astfel premisele unui control curent al amestecurilor de formare în secțiile de turnătorie în vederea preîntîmpinării rebuturilor și a stabilirii rețetelor optime.

Sensibilitatea amestecurilor de formare la defectele de dilatație este caracterizată cel mai bine prin durata critică de iradiere a unor probe convenționale în formă de placă.

În prezent se cunosc mai multe epruvete utilizate în acest scop. Pentru a se asigura comparabilitatea rezultatelor este necesară reglementarea condițiilor de încercare. Se impune elaborarea unui standard care să precizeze forma și dimensiunile epruvetelor, temperatura de turnare și modul de lucru.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ciobanu I. *Formarea defectelor datorită dilatației la turnarea în forme crude.* Metalurgia, nr. 6, 1972, p. 344—349.

[2] Boenisch D. și Patterson W. *Tendința de formare a excrescențelor la utilizarea nisipului crud.* The British Foundryman, nr. 11, 1967, p 438—447.

[3] Patterson W. și Boenisch D. *Das Schülpendiagramm für Nassgussande.* Giesserei, nr. 21, 1964, p. 634—641.

[4] Patterson W. și Boenisch D. *Durch Ausdehnung grünger Giessereiformsande verursachte Gussfehler.* Giesserei, nr. 4, 1961, p. 81—87.

[5] Patterson W. și Boenisch D. *Zusammenhang zwischen Fehlerneigung grüner. Formsande und Nassfestigkeit.* Giesserei, nr. 7, 1961, p. 157 — 166.

[6] Patterson W. și Boenisch D. *Die Bedeutung der Festigkeit feuchter tongenbundener Formsande, insbesondere der Nassfestigkeit.* Giesserei tech-wiss Beih, nr. 3, iulie, 1961, p. 157 — 193.

[7] Krützner F. și Hill F. *Die Kritische Bestrahlungs dauer als giesstechnisches Mass zum Vermeiden von Sandausdehnungsfehlern bentonitgebundener Formsande.* Giesserei, nr. 17, 1966, p. 547 — 554.

[8] Virolle X. și Rochier M. *Défauts de fonderie liés á l'anomalie de dilatation du quartz; ver, gale et queue de rat.* Fonderie, nr. 239, 1966, p. 19—34.

[9] Jungbluth H. *Über die Schulpenbildung.* Giesserei, nr. 14, 1967, p. 365 — 374.

[10] Levelink H. G. *Das Verhalten von grünen Formsand wahrendeiner plötzklichen Erhitzung im Hinblick auf das Entstehen von Gussfehlern.* Giesserei, nr. 1, 1958, p. 1—9.

[11] Nicolas P. *Étude de la gale, les remèdes correspondents.* Fonderie, nr. 77, iunie 1952, p. 2983—2984.

[12] Lungu A., Nereanțu L. și Corcodel A. *Contribuții la eliminarea defectelor de suprafață la piesele turnate în forme crude. A V-a Conferință de turnătorie.* Brașov, Edit. I. P., p. 173 — 209.

[13] Taylor D. A. *Influence of sand on the formation of scabs.* BCIRA Journal, 1950, p. 693 — 701.

[14] Dietert H. W. *Controlling casting quality through sand Testing.* Foundry, august, 1958, p. 58 — 61.

[15] Hofmann F. *Die thermische Beständigkeit von Bentoniten und ihre Bedeutung für das betribliche verhalten bentonitgebundener Formsande.* Giesserei, nr. 5, 1963, p. 123 — 131.

[16] Hofmann F. *Untersuchungen über die Wasserverdampfung aus grünen und getrockneten Sandformen unter dem Einfluss der Hitzestrahlung und leitung durch das Giessmetall.* Giesserei, Tech. Wiss. Beih, nr. 3, 1962, p. 169 — 177.

Epurarea gazelor rezultate de la cuptoarele rotative din fabricile de produse refractare

Ing. V. Istodor
Institutul de proiectare tehnologică de uzine și instalații metalurgice—București

CZ 666.76.041.49

Prima instalație de epurare a gazelor a intrat în funcțiune în anul 1962 la un cuptor rotativ cu o producție de 5,5 t/h, pentru șamotizarea argilelor simple. Instalația a fost proiectată pentru un debit de gaze arse de 11 800 Nm^3/h și un amestec de gaze arse cu aer fals de 78 000 m^3/h la temperatura de 200°C. Debitul mare de aer fals considerat s-a datorat neetanșeităților din camera de alimentare a cuptorului (guri de evacuare la partea inferioară, fisuri prin pereți, legătura cuptorului cu camera de alimentare).

Instalația era formată din : o cameră de amestec, un multiciclon pentru reținerea particulelor grosiere de praf din gazele arse și o baterie de cicloane cu peliculă de apă, montate în paralel, pentru reținerea particulelor fine de praf.

La punerea în funcțiune a cuptorului și a instalației de epurare a gazelor s-au constatat următoarele :

— multiciclonul nu reține cantitatea scontată de praf ;

— pompele prevăzute pentru evacuarea șlamului rezultat de la cicloanele cu peliculă de apă s-au defectat după 4—5 zile de funcționare ;

— rotoarele de la exhaustoare s-au uzat prin eroziune, în circa 10—15 zile, din cauza conținutului mare de praf în gazele arse, rezultat prin nefuncționarea cicloanelor cu peliculă de apă ;

— cicloanele cu peliculă de apă s-au uzat prin coroziune în circa 10 zile.

S-a constatat prezența anhidridei sulfuroase și sulfurice în șlamul evacuat, datorită unei cantități foarte mici de sulf în gazul metan și în argile. Astfel, distrugerea cicloanelor cu peliculă într-un timp așa de scurt este o consecință a următoarelor fenomene : coroziunea mantalei și uzura abrazivității prafului de șamotă. Toate aceste neajunsuri au dus la modificarea instalației, astfel :

— transformarea camerei de amestec într-un ciclon folosit ca treaptă de epurare brută ;

— menținerea multiciclonului ca treaptă de epurare semifină.

Schema de principiu a instalației este arătată în figura 1. În această formă instalația nu lucrează cu randament ridicat, antrenînd la coșul de evacuare a gazelor o cantitate de praf care depășește cu mult limita de 150 mg/m^3.

Rezultatele privind măsurătorile efectuate după multiciclon la această instalație sînt prezentate în tabela 1. Compoziția granulometică

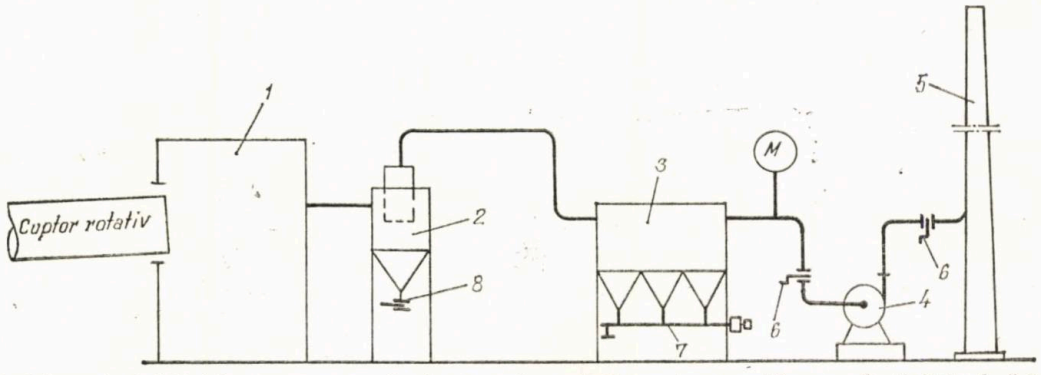


Fig. 1. Schema instalației de epurare a gazelor la un cuptor rotativ pentru șamotă cu productivitate de 5,5 t/h : *1* — cameră de praf ; *2* — ciclon ; *3* — multiciclon ; *4* — ventilator ; *5* — coș ; *6* — șibăr cu manivelă ; *M* — punct de măsurare ; *7* — șnec pentru evacuarea prafului ; *8* — șibăr manual.

Tabela 1

Temperatura medie a gazelor, °C	85
Viteza gazelor în conductă, m/s	15,6
Dimensiunea conductei, mm	Ø 1 100
Debitul orar al gazelor, m^3/h	53 600
Debitul orar normal al gazelor, Nm^3/h	41 300
Conținutul de praf în gaze, g/m^3	1,95
Rezistivitatea prafului la temperatura de 20°C, Ω.cm	$5{,}33 \cdot 10^{11}$

a prafului în gaze, măsurată după camera de praf, a fost următoarea :

< 5 μm	10,0 % ;
5 — 10 μm	17,5 % ;
10 — 20 μm	10,0 % ;
20 — 40 μm	12,0 % ;
40 — 60 μm	8,5 % ;
60 — 100 μm	6,5 % ;
100 — 200 μm	12,0 % ;
200 — 630 μm	21,5 % ;
630 — 1 000 μm	2,0 %.

Compoziția chimică a prafului colectat la ciclon (proba I) și la multiciclon (proba II) este dată în tabela 2.

Tabela 2

Componentul	Proba I, %	Proba II, %
SiO_2	57,13	54,16
Fe_2O_3	3,67	2,40
Al_2O_3	27,77	33,25
CaO	0,87	0,52
MgO	0,62	0,67
Co_2O_3	0,0084	0,0028
NiO	0,0038	0,0063
MoO_3	0,0005	0,0005
PbO	0,0016	0,0027
Cr_2O_3	0,0044	0,0292
As_2O_3	0,0264	0,0396
MnO_3	0,0201	0,0201
V_2O_3	0,0042	0,0066

Tabela 3

Dimensiunile particulelor, μm	Camera de praf, %	Dimensiunile particulelor, μm	Multicicloane, %
<60	3,0	—	—
60 — 88	17,5	<88	83,0
88 — 200	24,5	88 — 200	16,0
200 — 500	33,5	>200	1,0
500 — 1 000	8,5	—	—
1 000 — 3 000	1,5	—	—
>3 000	11,5	—	—
—	100,0	—	100,0

Compoziția granulometrică a prafului depus în camera de praf și multicicloane este dată în tabela 3.

Depunerile în camera de praf au fost de circa 2 t în 24 ore. Cantitatea de praf antrenată în gazele de ardere în procente față de șamota produsă nu depășește 12 %. Compoziția chimică medie a gazelor de ardere, măsurată după multicilon, a fost următoarea :

2,4% CO_2 ; 19,0 % O_2 ; 0,3 % CO

Analizînd rezultatele obținute la instalația de epurare a gazelor pentru cuptorul de 5,5 t/h s-a văzut că o instalație similară nu mai putea fi menținută la cuptoarele în curs de proiectare. Trebuie menționat însă faptul că încercările făcute la această instalație au fost foarte utile pentru stabilirea în viitor a soluțiilor de epurare la cuptoarele rotative pentru produse refractare. Astfel, la un cuptor cu o producție de 13,5 t/h sistemul de epurare a gazelor a fost modificat radical (fig. 2) ; el este format dintr-un răcitor-epurator, o baterie de cicloane și un electrofiltru uscat. Pentru a avea asigurată funcționarea neîntreruptă a cuptorului s-a prevăzut, pentru cazurile de defectare a electrofiltrelor și ventilatoarelor, evacuarea gazelor pe tiraj natural. Instalația a fost proiectată pentru următorii parametri la intrarea în răcitorul epurator :

— Debitul maxim al gazelor arse, 27 300 Nm^3/h.

— Temperatura maximă a gazelor, 650°C.

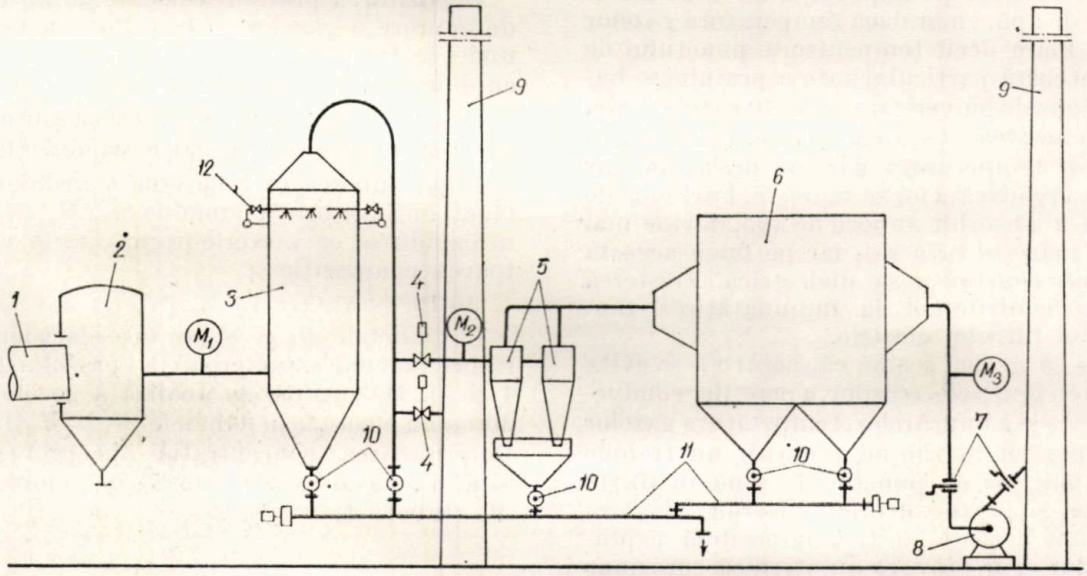


Fig. 2. Schema instalației de epurare a gazelor la un cuptor rotativ pentru șamotă cu productivitate de 13,3 t/h :
1 — cuptor rotativ ; *2* — cameră rece a cuptorului ; *3* — răcitor prin evaporare ; *4* — șibere cu acționare electrică ; *5* — baterie de cicloane ; *6* — electrofiltru ; *7* — șibere cu manivelă ; *8* — ventilator ; *9* — coș pentru evacuarea gazelor ; *10* — alimentator celular ; *11* — șnecuri pentru evacuarea prafului ; M_1, M_2, M_3 — puncte de măsurare ; *12* — alimentarea cu apă a duzelor de la răcitor.

— Conținutul maxim de praf în gaze, 75 gf/Nm³.
— Greutatea specifică a prafului, 2 500 kgf/m³.
— Greutatea volumetrică a prafului, 1 200 kgf/m³.

Montarea unui răcitor-epurator pe linia de epurare are ca scop îmbunătățirea randamentului electrofiltrului care se realizează prin răcirea gazelor, umezirea lor și scăderea conținutului de praf.

Este indicat să se micșoreze temperatura gazelor, care se epurează în filtru electric uscat deoarece, prin aceasta, se micșorează volumul gazului și viscozitatea acestuia, se mărește rezistivitatea electrică a spațiului dintre electrozii filtrului, scade posibilitatea formării efectului corona invers, adică se ameliorează condițiile de lucru ale filtrului electric și se mărește eficiența epurării gazelor.

Funcționarea filtrelor electrice depinde în mare măsură și de conținutul de umiditate în gazele arse, care determină în final caracteristica de volți amperi. La epurarea gazelor de praf cu o rezistență specifică electrică mai mare de $2 \cdot 10^{10} \Omega \cdot cm$ în filtrul electric poate apare un efect corona invers, care întrerupe funcționarea filtrului electric și reduce eficacitatea captării prafului. De aceea, metoda cea mai răspîndită de micșorare a unei rezistențe electrice mari constă în umezirea gazului, metodă care se bazează pe proprietățile particulelor încărcate cu electricitate de a absorbi pe suprafața lor moleculele vaporilor de apă, chiar dacă temperatura gazelor este mai mare decît temperatura punctului de rouă. Pe această particularitate a prafului se bazează metoda de pulverizare a apei în gazele calde, înainte ca acestea să ajungă în filtrul electric. În acest timp temperatura gazelor descrește, iar umiditatea relativă a lor se mărește. Particula de praf, care a absorbit vaporii de apă, devine mai mare (se mărește raza sa), iar pe lîngă aceasta se mărește constanta sa dielectrică, creșterea umidității contribuind la îmbunătățirea randamentului filtrului electric.

Trebuie să se țină seamă că, pentru a se evita umplerea cu praf a electrozilor, a pereților conductelor de gaze și a buncărelor, temperatura gazelor supuse epurării în timpul umezirii nu trebuie coborîtă mai jos de punctul de rouă în filtrul electric ca și pe tot drumul ulterior al gazelor, întrucît aceasta ar face imposibilă captarea prafului și ar provoca o puternică coroziune a aparaturii.

Concentrația mare a prafului în gazele supuse epurării și mai ales a prafului, care dispune de o rezistență electrică specifică mare, face dificilă evacuarea prafului de pe electrozi, necesită o intensă agitare a electrozilor, mărește uzura mecanismelor care agită și a construcțiilor de suspendare a electrozilor etc. Din cele prezentate rezultă ca fiind justificată necesitatea epurării preliminare a gazelor care intră în filtrele electrice.

Gazele trec prin răcitorul epurator (căptușit la interior cu cărămidă refractară) de jos în sus, iar apa se pulverizează la partea superioară prin 12 duze (șase în funcțiune și șase de rezervă), astfel ca toată secțiunea transversală a răcitorului să fie acoperită de lichidul pulverizat. Presiunea apei la duze, fiind de 18 kgf/cm², permite o pulverizare extrem de fină și o vaporizare bună a acesteia.

Pentru epurarea semifină a gazului, în vederea captării particulelor de praf de dimensiuni relativ mici, a căror depunere în răcitorul epurator este anevoioasă, s-a introdus înainte de electrofiltre o a doua treaptă preliminară formată dintr-o baterie de patru cicloane conice.

Ultima treaptă de epurare a gazelor — epurarea fină — o formează filtrul electric, proiectat și executat în țară.

Caracteristicile funcționale ale electrofiltrului proiectat sînt următoarele:

— Debitul de gaze, ... 56 000 m³/h.
— Temperatura gazelor,. . .150°C.
— Conținutul de umiditate raportat la gazul uscat, ...875 g/Nm³.
— Conținutul de praf la intrare, . .3,7 g/m³.
— Conținutul de praf la ieșire, 0,15 g/m³.
— Viteza gazelor în electrofiltru, 0,76 m/s.
— Timpul de tratare, . . . 9,4 s.
— Randamentul minim necesar, . .95,95%.
— Pierderile maxime pe coș, .8,4 kg/h.

Depozitarea prafului colectat de la instalația de epurare a gazelor se face într-un buncăr de unde se transportă pneumatic la hala morilor cu bile pentru prepararea mortarelor.

Evacuarea gazelor arse se face cu ajutorul unui ventilator la un coș cu înălțimea de 70 m.

După punerea în funcțiune a instalației s-au făcut măsurători în punctele M_1, M_2, M_3 (fig. 2), utilizîndu-se ca materie primă argilă cu următoarea compoziție:

36,19 % Al_2O_3; 1,6 % Fe_2O_3; 3,5 % W.

La punctele M_1 și M_2 au fost efectuate măsurători privind caracteristicile prafului (tabelele 4 și 5). Măsurători de analiză a gazelor de ardere s-au efectuat în punctele M_1 și M_2 (tabela 6). Determinarea concentrației de praf și a debitului de gaze arse s-a făcut în punctele M_1 și M_2 (tabela 4).

Tabela 4

Mărimea și dimensiunea	Locul de măsurare	
	M_1	M_2
Temperatura medie a gazelor, °C	250	160
Viteza gazelor în conductă, m/s	12,8	16,9
Dimensiunea conductei, mm	1 450	1 180
Debitul orar al gazelor, Nm³/h	39 800	43 400
Debitul orar al gazelor, m³/h	76 200	66 500
Conținutul de praf, g/m³	24,16	16,9

Tabela 5

Componentul	Valoarea în M_1, %	Valoarea în M_2, %
SiO_2	53,3	53,16
Fe_2O_3	3,67	4,13
Al_2O_3	33,34	32,17
TiO_2	1,36	1,31
CaO	0,72	0,70
MgO	0,45	0,52
Na_2O	0,35	0.19
K_2O	2,36	2,40
P, C	5,40	4,88

Tabela 6

Componentul	Valoarea în M_1, %	Valoarea în M_2, %
CO_2	2,2	3,1
O	17,2	15,1
CO	0,2	0,1
SO_2	0,0024	0,0035
SO_3	lipsă	lipsă

— lipsa unui reglaj automat al duzelor de stropire în funcție de temperatura gazelor la ieșirea din răcitor (cca. 180°C) a avut drept consecință umectarea materialului colectat și imposibilitatea evacuării prafului în condiții normale;

— lipsa unor sesizoare de nivel pentru menținerea unui strat de praf cu scopul de a etanșa partea inferioară a răcitorului a avut drept consecință formarea de condens și înfundări la evacuarea prafului prin alimentatorul cu tambur;

— randamentul coborît al cicloanelor (cca. 18,5 %) a dovedit că montajul lor pe același buncăr colector fără ecluze la fiecare ciclon nu este cel mai indicat deoarece există pericolul scurgerii în scurt-circuit a gazului prin buncăr;

— s-a prevăzut un singur coș de tiraj natural pentru două cuptoare, acesta dovedindu-se insuficient din punct de vedere al realizării producției în cazul racordării simultane a ambelor cuptoare.

Neajunsurile survenite la instalațiile de desprăfuire pentru cuptoarele de 5,5 și 13,5 t au dus la

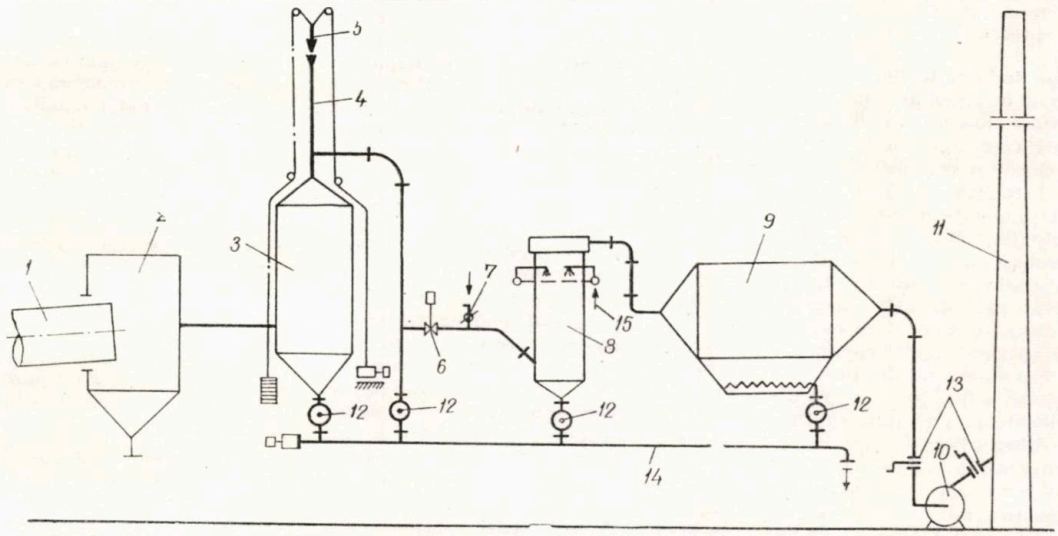


Fig. 3. Schemă îmbunătățită a instalației de desprăfuire la cuptoarele rotative pentru șamotă:
1 — cuptor rotativ; *2* — camera rece a cuptorului; *3* — sac de praf; *4* — coș evacuare pentru tiraj natural; *5* — închizător pe tirajul natural acționat electric; *6* — șibăr de gaze acționat electric; *7* — clapetă pentru aer de amestec acționată electric funcție de presiunea din camera rece a cuptorului; *8* — răcitor de gaze tip ICPET cu stropire automată funcție de temperatura gazului la intrarea în electrofiltru; *9* — electrofiltru uscat tip ICPET; *10* — ventilator; *11* — coș de gaze arse; *12* — alimentator celular; *13* — șibăr cu manivelă; *14* — șnec pentru evacuarea prafului; *15* — alimentarea cu apă a duzelor de la răcitor.

Compoziția granulometrică a prafului în gaze (punctul M_2) a fost următoarea:

< 5μm	20 %;
5 — 10μm	15 %;
10 — 20μm	20 %;
20 — 40μm	15 %;
40 — 60μm	13 %;
60 — 100 μm	17 %.

Rezistivitatea medie a prafului la temperatura de 20°C, măsurată în punctul M_2, a fost $\rho_{med} = 5{,}5 \cdot 10^9 \Omega \cdot cm$, iar concentrația prafului în gaze la ieșirea din electrofiltru nu a depășit 150 mg/m³.

Soluția aleasă la cuptoarele de 13,5 t nu a dus la rezultatele scontate deoarece au apărut unele dificultăți, ca:

adoptarea schemei de epurare din figura 3 la cuptoarele în curs de proiectare.

Instalația prezentată în figura 3 are următoarele avantaje:

— renunțarea la coșul de tiraj natural;

— renunțarea la răcirea gazului în sacul de praf;

— renunțarea la bateria de cicloane;

— reglarea răcirii gazelor în funcție de temperatura gazelor la intrarea în electrofiltru, care nu trebuie să depășească 180°C;

— comanda automată a evacuării prafului din buncărul sacului de praf cu ajutorul unor sesizoare de nivel maxim și minim.

Această schemă poate fi considerată ca cea mai eficientă din punct de vedere al epurării, răspunzînd la toate problemele puse în exploatare.

RECENZII

Hristache Grecu. TEHNOLOGIA ÎNDOIRII ŢEVILOR ŞI PROFILELOR. Bucureşti, Editura tehnică, 1972, 271 pag., 235 fig., 68 tabele

Lucrarea este necesară tuturor întreprinderilor, uzinelor, atelierelor unde se lucrează cu ţevi şi profile.

Îndoirea ţevilor, cu particularităţile sale tehnologice, execuţie încă manuală în multe unităţi, îşi găseşte rezolvarea teoretică şi practică în cartea inginerului Grecu Hristache, practician cu îndelungată experienţă profesională. Ce ne pune la îndemînă această lucrare? Mai întîi o documentare privind materialele utilizate pentru îndoire (ţevi, profile, table), apoi tehnologia de îndoire a ţevilor cu cute la 90°C şi îndoirea la cald a ţevilor fără cute. Un capitol este afectat îndoirii ţevilor din matele neferoase (cupru), utilizînd umplerea cu plumb, cu colofoniu, cu nisip sau, în cazuri speciale, îndoirea la cald a ţevilor de cupru neumplute. În ultimele două capitole se tratează despre îndoirea laminatelor (îndoirea laminatelor profilate şi procedee pentru îndoirea laminatelor).

„Tehnologia îndoirii ţevilor şi profilelor", prin modul de abordare a problemelor, este prima lucrare în literatura de specialitate care studiază teoretic şi practic tehnologia şi metodele de lucru întrebuinţate la îndoirea ţevilor şi profilelor din oţel. Deosebit de utile pentru proiectanţi şi maiştri sînt diagramele de lucru, tabelele centralizatoare şi schiţele şabloanelor pentru zonele ce urmează să fie încălzite, elemente indispensabile, necesare executării trasajului. Fără să fie cuprinse în titluri speciale, fiecare capitol are inserate probleme legate de protecţia muncii, dîndu-se soluţii practice pentru evitarea accidentelor provocate în timpul executării lucrărilor.

În forma prezentată, cartea reprezintă o contribuţie originală, de accentuată actualitate practică, aducînd o însemnată contribuţie la progresul tehnic al tehnologiei de lucru utilizată la îndoirea ţevilor şi profilelor, eliminînd complet metodele empirice de lucru.

Ing. D. Ionescu

FACHKUNDE FÜR FORMER UND GIESSER (Cunoştinţe de specialitate pentru turnători). Leipzig, Verlag für Grundstooffindustrie

Lucrarea, avînd un caracter de manual, a apărut în editura VED Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie — Leipzig în acest an. Lucrarea se adresează tinerilor care se pregătesc pentru profesiunea de turnător. În 270 pagini bogat ilustrate cu figuri (715 figuri) sînt tratate, în mod didactic, foarte sistematic şi în mod deosebit de clar, cunoştinţele necesare unui turnător şi o vedere de ansamblu asupra tuturor problemelor turnătoriei, grupate în şapte capitole: *1* — Introducere. *2* — Scule, utilaje, modele, instalaţii de transport. *3* — Formarea. *4* — Topirea. *5* — Turnarea. *6* — Curăţarea. *7* — Controlul calitativ.

În capitolul 1 (6 pag.) se prezintă istoricul şi importanţa economică a turnătoriilor, corelaţia cu celelalte ramuri industriale, rolul şi responsabilitatea turnătorului, ca pregătire şi conştiinciozitate.

În capitolul 2 (42 pag.) se prezintă sculele şi utilajul de care se foloseşte turnătorul. Sculele pentru îndesare manuală şi pneumatică, sculele de finisare, de măsurare şi utilajul auxiliar mărunt al turnătorului. Ramele de formare, funcţia lor, profilul, accesoriile de centrare, fixare şi ridicare. Importanţa întreţinerii lor. Modelele, cutiile de miez, şabloanele. Condiţiile de îndeplinit pentru înlesnirea formării şi asigurarea preciziei. Adaosurile de contracţie şi prelucrare. Execuţia din lemn, metal şi mase plastice. Plăcile de modele; întreţinerea modelelor. Materiale de formare, originea zăcămintelor. Caracteristici necesare. Amestecuri pentru forme şi miezuri pentru oţel, fontă şi neferoase. Amestecuri sintetice. Lianţi pentru amestecuri de formare şi miezuri. Lianţi cu întărire rapidă la cald şi la rece. Prepararea amestecurilor. Utilaj mobil. Instalaţii fixe de preparare. Transportul în turnătorii. Importanţa problemei. Instalaţiile de transport şi ridicat la sol. Transportul mecanizat, benzi, elevatoare, macarale, poduri.

În capitolul 3 (130 pag.) se tratează, în extenso, cunoştinţele de bază ale turnătorului, despre execuţia formei şi a miezurilor, asamblarea, îngreuierea sau ancorarea şi turnarea formei. Acest capitol conferă o valoare deosebită acestei lucrări, din punctul de vedere al instruirii tinerilor în cunoaşterea acestei meserii. Cititorul este condus, pas cu pas, pe toată filiera procesului de execuţie, prezentîndu-i-se, în detaliu, bogat ilustrat cu figuri, modul corect de executare a lucrărilor de îndesare, extragere, reparaţii, finisare a suprafeţei, cu diversele situaţii ce pot apărea, de exemplu cazul modelelor ce nu pot fi extrase. Tipurile de reţele şi execuţia lor, aşezarea maselotelor, a răcitorilor, folosirea pudrelor şi vopselelor. Forme crude, forme uscate, instalaţii de uscare. Lucrările de închidere a formei, asigurarea poziţiei miezurilor şi a ventilaţiei. Lucrul cu podul rulant. Forţele de împingere asupra ramei superioare. Ingreuierea sau calarea. Lucrări de formare în sol. Formarea cu şablonul, formarea în miezuri. Formarea la maşini cu presare, scuturare sau aruncare centrifugală. Formarea şi turnarea mecanizată. Conveioare continue şi discontinue. Automatizarea formării cu maşini normale şi cu maşini speciale unipoziţionale şi multipoziţionale. Formarea fără rame. Formarea automată fără rame. Execuţia miezurilor. Aruncarea, ventilarea, compresibilitatea miezurilor. Categorii de miezuri. Formarea mecanizată a miezurilor. Tipuri de instalaţii mecanizate. Întărirea. Instalaţii de uscare a miezurilor. Miezuri fără uscare. Metoda în cutii calde şi în cutii reci. Lianţi folosiţi în acest scop.

Metode speciale de formare. Formarea în amestecuri cu ciment, cu amestecuri fluide. Forme şi miezuri cu liant de sticlă solubilă întărite cu CO_2. Formarea cu modele uşor fuzibile. Instalaţii, materiale şi operaţii speciale. Formarea în coji. Materiale şi instalaţii necesare. Aspecte ale diverselor metode speciale de formare.

În capitolul 4 (28 pag.) se prezintă pe scurt instalaţiile de topire şi materiile prime folosite. Se tratează, în primul rînd, cubiloul cu şi fără antecreuzet, cu şi fără instalaţii de preîncălzire a aerului, construcţia, combustibilul, alimentarea cu aer. Fenomenele ce au loc în cubilou. Se prezintă mai scurt agregatele pentru topirea oţelului; cuptoarele S.M., cuptorul electric cu arc, cuptoarele electrice cu inducţie, convertizorul, apoi cuptoarele pentru topirea neferoaselor; creuzetul încălzit cu cocs sau alt combustibil, creuzetul încălzit electric, cuptorul electric cu inducţie cu canal, cuptoarele rotative, încălzite electric sau cu combustibil lichid sau gazos.

În capitolul 5 (26 pag.) se tratează turnarea, dîndu-se o atenţie deosebită reţelei de turnare, funcţie de diverse moduri de execuţie. Se dau elementele necesare pentru dimensionarea corectă a reţelelor, timpul de umplere, viteza de umplere. Se prezintă utilajul de turnare şi metodele de măsurare a temperaturii. Se prezintă metodele de umplere a formelor şi fenomenele însoţitoare. Se tratează pe scurt turnarea în forme metalice sub presiune în maşini cu cameră caldă şi cameră rece. Turnarea centrifugală în maşini cu ax orizontal şi ax vertical.

În capitolul 6 (11 pag.) se prezintă curăţarea pieselor, operaţiile ce le comportă, utilajul manual şi mecanic folosit. Se prezintă diversele tipuri de instalaţii de sablat folosite şi instalaţiile de curăţare hidraulică.

În capitolul 7 (28 pag.) se prezintă metodele de control calitativ al materialelor folosite şi al producţiei. Controlul nisipurilor şi amestecurilor, granulaţia, permeabilitatea, rezistenţa, umiditatea, refractaritatea. Controlul fluidităţii şi al temperaturii metalului lichid. Controlul empiric al structurii. Controlul proprietăţilor mecanice, al producţiei, durităţii, rezistenţei, etanşeităţii. Se tratează pe larg cu schiţe şi fotografii defectele de turnare, cauzele şi mijloacele de remediere. Reparaţia prin sudură a unor defecte. Sudarea autogenă, sudarea cu arc, sudarea lichidă. Se dau noţiuni despre standarde şi utilitatea lor.

Din parcurgerea lucrării se trage concluzia că o astfel de carte, paralel cu practica în producţie, reprezintă un auxiliar preţios şi indispensabil pentru tînărul care doreşte să-şi însuşească temeinic cunoştinţe de specialitate în profesiunea de turnător şi, în acelaşi timp, o bună vedere de ansamblu, din toate punctele de vedere, de realizare a pieselor prin turnare. O astfel de carte nu ar trebui să lipsească din biblioteca nici unuia din tinerii noştri turnători.

Prof. ing. Briscan D.

Tov. DRUCKER ADOLF la 62 ani

Născut la 1 septembrie 1910 a intrat în cîmpul muncii la vîrsta de 14 ani, angajîndu-se ca ucenic la turnătoria Uzinelor Reşiţa.

În perioada 1924 — 1938 a lucrat în turnătorie, fiind unul din meseriaşii cu vederi înaintate. Pentru activitatea sa a fost concediat în 1938 şi arestat în 1939. A fost eliberat la 13 octombrie 1944 cînd s-a întors la vechiul loc de muncă, unde a lucrat ca turnător pînă în 1946, cînd a fost numit maistru la turnătoria de fontă. În perioada 1946 — 1950 a trecut prin toate treptele ierarhice, fiind numit maistru şef de atelier şi şeful turnătoriei de fontă.

În anul 1950 a fost numit director al sectorului cald de la Uzinele „23 August"; a deţinut acest post pînă în 1955 cînd a fost numit consilier la M.I.M.C.M., iar după un an, în august 1956, a fost numit director la Uzina „Victoria" — Călan, unde a funcţionat pînă în septembrie 1972 cînd s-a pensionat.

După pensionare, datorită energiei ce l-a caracterizat în cei 38 de ani de activitate siderurgică şi pentru a se putea utiliza bogata experienţă acumulată în cele aproape patru decenii, a fost reangajat la Centrala Industrială Hunedoara în funcţia de consilier.

Pentru activitatea sa a fost distins de cinci ori cu ordine şi de douăsprezece ori cu medalii ale Republicii Socialiste România, iar în octombrie 1970, cu ocazia aniversării centenarului Uzinei „Victoria" — Călan, a fost distins cu medalia **SECERA ŞI CIOCANUL** şi înaltul titlu de **Erou al Muncii Socialiste.**

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

Siderurgia în Republica Populară Polonă. Producţia de oţel brut a Poloniei a crescut din anul 1966 pînă în 1970 cu aproape 2 mil.t., adică de la 9,85 mil. t la 11,75 mil.t. În 1971, producţia de oţel a fost de circa 12,5 mil. t. Producţia siderurgică pe principalele sortimente se arată în tabela 1.

În ce priveşte producţia de oţel pe procedee, baza o reprezintă încă procedeul Martin (9 345 000 t oţel Martin în 1970). Nivelul producţiei de oţel electric s-a menţinut aproximativ constant în ultimii ani. Procedeul LD, introdus în 1966 la Nowa Huta, este pe cale de a se extinde vertiginos.

Consumul aparent de oţel al Poloniei a fost de 11 682 000 t oţel lingou în 1970 (356 kg/locuitor) faţă de 9 492 000 t oţel lingou în 1966 (299 kg/locuitor).

Pentru 1975 se prevede o producţie de oţel de 14,7 mil. t, apoi de 19 — 20 mil. t în 1980 şi 24 mil. t în 1985. Afară de extinderea uzinelor existente se preconizează construirea unei noi uzine de semifabricate în Silezia superioară, cu o capacitate de 4,5 mil. t oţel brut, uzină care urmează să fie dotată cu furnale de 3 000 m^3.

În privinţa comerţului exterior cu oţel al Poloniei (tabelele 2, 3 şi 4) în anul 1970 importurile au echilibrat aproximativ exporturile, ceea ce reprezintă o schimbare faţă de anii precedenţi (de exemplu 1968) cînd Polonia avea pe sold un export net de oţel (a se compara tabelele 2 şi 3). Dintre ţările capitaliste Polonia importă mai ales din R.F. a Germaniei şi Anglia (tabela 4). Afară de sortimentele arătate în tabela 3, este de menţionat că Polonia este o mare importatoare de fontă: 1,50 mil. t în 1970; 1,22 mil. t în 1969 şi 0,95 mil. t în 1968; în cursul acestor ani exportul de fontă a variat între 350 şi 450 mii t pe an.

În ce priveşte asigurarea cu materii prime, siderurgia poloneză dispune de resurse suficiente de cărbune cocsificabil (bazinele Rybnik şi Walbryck în Silezia) dar importă cea mai mare parte a necesarului de minereu de fier (în 1970 a importat 11 843 mii t).

Uzinele siderurgice poloneze, turnătoriile şi cocseriile sînt grupate într-o „Uniune Industrială a Siderurgiei" care cuprinde pe lîngă uzinele productive şi întreprinderile de aprovizionare şi desfacere, o întreprindere de comerţ exterior (Stalexport), două institute de cercetare, trei institute de proiectare (Biprohut, Biprostal şi Koksoprojekt) şi o serie de birouri de proiectare şi construcţii, specializate, de pe lîngă uzine.

Siderurgia poloneză dispune de 8 uzine integrate. Dintre acestea se menţionează:

— Uzina „Lenin" din Nowa Huta profilată în principal pe produse plate; este situată pe malul Vistulei în apropierea

Cracoviei. Cuprinde : 10 baterii de cocs ;8 benzi de aglomerare Dwight-Lloyd ; 5 furnale (de la 1 000 la 2 000 m^3 volum util) ; o oţelărie Martin cu 8 cuptoare de 400 t şi un cuptor tandem 2 × 200 t ; o oţelărie LD avînd 3 convertizoare de 100 t ; două laminoare bluming-slebing ; laminoare de bandă la cald şi la rece ; linii de zincare şi cositorire a tablei ; o linie de ţevi sudate. Pînă la sfîrşitul cincinalului actual urmează ca această uzină să ajungă la capacitatea de 8 mil. t oţel/an, respectiv 7 mil. t laminate.

Tabela 1

Producţia siderurgiei poloneze, mii t	1968	1969	1970
Fontă	6 554	6 734	6 984
Oţel brut, total	11007	11 251	11 750
din care : — oţel LD	1 150	1 267	1 489
— oţel Martin	8 988	9 106	9 345
— oţel electric	833	846	881
— alte procedee	36	32	34
Produse laminate, total	7 630	7 939	8 401
din care :			
— material de cale	351	399	395
— profile grele (60 mm şi peste)	845	881	852
— bare şi profile uşoare (sub 60 mm)	1 769	1 841	1 918
— sîrmă laminată, oţel beton (peste 13 mm)	837	883	898
— semiproduse pentru ţevi	279	306	334
— lingouri pentru ţevi	263	242	221
— benzi	189	196	438
— tablă groasă	1 221	1 251	1 425
— tablă mijlocie	455	505	391
— tablă subţire	1 010	1 026	1 064
— bandaje şi discuri, osii	130	128	135
— semiproduse livrate ca atare	270	282	331
Produse de prelucrare ulterioară			
— benzi laminate la rece	141	159	168
— tablă laminată la rece	665	690	723
— tablă albă (cositorită)	106	115	126
— tablă galvanizată	129	131	133
— tablă electrotehnică	52	52	51
— ţevi sudate	263	281	335
— ţevi fără sudură	375	370	376
— sîrmă trefilată	368	382	403

Tabela 2

Exportul de produse siderurgice, mii t	1968	1969	1970
Lingouri şi semifabricate	249	187	63
Profile grele	150	142	149
Profile uşoare	213	221	258
Tablă cu grosimea peste 4,75 mm	334	295	359
Tablă mijlocie de la 3 la 4,75 mm		115	105
Tablă subţire sub 3 mm	124	80	111
Benzi	29	26	50
Tablă cositorită	47	46	52
Material de cale	53	122	126
Sîrmă laminată	82	94	93
Sîrmă trefilată	22	31	28
Ţevi şi racorduri	85	58	81
Bandaje, discuri, osii	18	20	17
Piese turnate	0	0	1
Piese forjate	5	6	5
Total	1 413	1 443	1 498

— Uzina din Bierut este compusă din două uzine vecine (Rakow şi Mirow) şi posedă : 4 baterii de cocs, 2 furnale, o oţelărie Martin, diverse linii de laminare, o linie de ţevi fără sudură. Se prevede ca în viitor producţia uzinei să atingă 4,5 mil. t. oţel brut/an şi să se specializeze pe table de calitate.

Tabela 3

Importul de produse siderurgice, mii t	1968	1969	1970
Lingouri şi semifabricate	11	22	59
din care :			
— rulouri pentru relaminare	(0)	(11)	(18)
Profile grele	244	228	268
Profile uşoare	68	86	145
Tablă groasă peste 4,75 mm		264	221
Tablă mijlocie, de la 3 la 4,75 mm	144	1	1
Tablă subţire, sub 3 mm	111	253	292
Benzi	63	88	52
Tablă cositorită	1	1	2
Material de cale	76	82	103
Sîrmă laminată	57	59	85
Sîrmă trefilată	21	25	30
Ţevi şi racorduri	141	146	148
Bandaje, discuri, osii	30	43	41
Piese turnate	5	9	14
Piese forjate	18	27	27
Total	990	1 336	1 487

Tabela 4

Ţări capitaliste care exportă în Polonia, mii t	1968		1969		1970	
	Produse laminate	Total produse *	Produse laminate	Total produse *	Produse laminate	Total produse *
Belgia — Luxemburg	4,2	4,4	1,7	2,3	9,6	11,0
Franţa	15,4	57,0	2,6	11,2	15,0	25,7
R.F. a Germaniei	77,9	97,0	133,1	166,6	89,9	122,7
Italia	3,1	5,3	2,7	10,7	2,8	11,2
Olanda	—	—	—	0,1	0,2	0,3
Total ţări CECO	100,4	163,7	140,0	190,7	117,5	170,9
Austria	15,3	21,2	5,9	12,0	3,7	9,1
Japonia	0,9	3,5	1,7	4,6	11,5	16,7
Suedia	3,7	7,1	5,2	9,1	5,2	9,5
Anglia	12,9	17,3	28,7	34,7	48,2	57,7
S.U.A.	0,1	0,5	2,6	2,9	0,3	0,3
Total	133,4	213,3	184,1	254,0	186,3	264,1

* Inclusiv ţevi, trefilate, piese turnate şi forjate.

— Uzina de oţeluri speciale de la Varşovia, care în anul 1969 a produs 430 000 t oţel (din care 90 % oţeluri speciale), urmează ca în cîţiva ani să ajungă la 680 000 t. Cuprinde 3 cuptoare Martin de 70 t, 2 cuptoare electrice de 45 t, o turnătorie cu cuptoare electrice, un bluming, o linie de ţagle, o linie de bare şi sîrmă laminată, un laminor cvarto reversibil de 12″, o presă de forjă.

Programul de dezvoltare a siderurgiei în Polonia prevede în continuare construirea la Zabkovice, în apropiere de Katovice, a unei noi uzine pentru semifabricate, urmînd să aprovizioneze laminoarele finisoare din Silezia superioară. Proiectul preco-

nizează realizarea, pînă în 1976, a unei capacităţi de 2,5 mil. t/an ajungînd în 1978 la 4,5 mil. t/an. Utilajele, în proporţie de peste 50%, urmează să fie furnizate de U.R.S.S.; printre acestea sînt de menţionat 2 furnale de 3 000 m^3 şi 3 convertizoare cu oxigen.

(Revue de Métallurgie, nr. 5, 1972, p. 121 E — 125 E)

★

Gruparea industrială. A Thyssen în anul financiar 1970/1971. Evoluţia producţiei la principalele produse pe ultimii trei ani financiari se arată în tabela 1. Se constată o diminuare a producţiei în ultimul an în comparaţie cu anul anterior la majoritatea sortimentelor. Această diminuare se manifestă şi în cifra de afaceri a grupului (tabela 2).

Tabela 1

Producţia, mii t	1968/69	1969/70	1970/71
Fontă	9 692	9 975	9 310
Oţel Thomas	2 222	296	—
Oţel LD şi similare	5 804	9 219	9 478
Oţel Martin	3 659	2 558	1 748
Oţel electric	548	555	526
Total oţel	12 233	12 628	11 752
Semiproduse vîndute ca atare (exclusiv circulaţia)	1 230	1 469	1 491
Materiale de cale	114	130	118
Profile	174	227	195
Grinzi	320	356	240
Laminate comerciale	777	829	674
Sîrmă laminată	1 244	1 442	1 256
Bandă la cald (exclusiv circulaţia internă)	2 942	2 469	2 319
Tablă lată	1	162	148
Tablă groasă	1 223	1 478	1 101
Tablă mijlocie	171	212	148
Tablă subţire	1 108	1 465	1 273
Tablă galvanizată şi acoperită cu mase plastice	514	583	600
Benzi	521	361	337
Laminate finite din oţeluri speciale	198	217	183
Total produse laminate	10 537	11 400	10 083
Alte produse din oţeluri speciale	156	183	127
Sîrmă şi alte produse trefilate	458	473	443
Alte produse din oţel	196	226	207

Tabela 2

Cifra de afaceri, mil. DM	1969/70	1970/71	Variaţia %
Uz. A. Thyssen (uzina mamă)	4 878	4 620	−5
Deutsche Edelstahlwerke şi filiale	1 313	1 322	+1
Thyssen Niederrhein şi filiale	2 202	2 017	−8
Alte societăţi	2 310*	2 605	−11
Total soc. productive	10 703	10 024	−6
Societăţi comerciale	4 628	4 396	−5
Cifra de afaceri a întregului grup	15 331	14 420	−6
— Transacţii interne	4 450	4 040	−9
Cifra de afaceri la clienţi	10 881	10 380	−5

* Cuprinde şi Thyssenrohr pentru X—XII/1969.

Volumul de investiţii (tabela 3) a fost în anul financiar 1970/1971 ceva mai mare decît în 1969/1970 şi se referă mai ales la lucrări în continuare. Ţinînd seamă de conjunctura nefavorabilă a perioadei respective, nu a fost atacată nici o lucrare nouă.

Tabela 3

Volumul de investiţii, mil. DM	1969/70	1970/71
Prepararea încărcăturii, furnale, cocserii	280	277
Oţelării	113	61
Laminoare	235	213
Sectoare de transformare	70	100
Transport, aprovizionare	86	66
Diverse	164	287
Sectorul comercial	49	55
Total	997	1059
Investiţii financiare	102	169
Amortizări	720	765

Dintre obiectivele construite sau în construcţie se menţionează o baterie de cocs cu 52 cuptoare; un furnal de mare capacitate (diametrul creuzetului de 14 m); amenajarea laminorului de bandă la cald de la Bruckhausen pentru obţinerea unor rulouri de greutate mai mare; reînoirea parcului de locomotive şi vagoane; construirea unui mare depozit la Mannheim — Rheinau; o serie de extinderi la uzina Deutsche Edelstahlwerke (încă un cuptor de retopit sub zgură, o nouă instalaţie de tratare sub vid, modernizări la laminoare etc.) şi construirea unui institut de cercetări la această uzină etc.

În privinţa numărului de salariaţi la sfîrşitul anului financiar 1970/71 acesta a fost de 95 122 persoane, adică cu 3% mai puţin faţă de situaţia de la sfîrşitul anului 1969/70. La finele anului 1971 şi începutul lui 1972, grupul Thyssen avea circa 15 000 de şomeri parţiali.

Beneficiile oglindesc şi ele conjunctura nefavorabilă din perioada 1970—1971 (tabela 4).

Tabela 4

	1968/69	1969/70	1970/71
Cifra de afaceri (clienţi), mld. DM	9,1	10,88	10,38
Beneficii mil. DM	114,64	140,5	70,2

(Revue de Métallurgie, nr. 5, 1972, p 116 E — 120 E)

★

Producţia franceză de minereu de fier în 1971. În cursul anului 1971 producţia franceză de minereu de fier s-a ridicat la 55 861 712 t, ceea ce reprezintă o scădere de 1,66% în raport cu anul precedent. În acelaşi timp livrările, reprezentînd 54 516 216 t, au scăzut cu 3,7.

(L'Usine Nouvelle, Franţa, nr. 26, p.33)

Siderurgia sovietică în prezent şi în perspectivă. Actualul plan cincinal prevede ca producţia de oţel a U.R.S.S. să crească de la 120,5 mil. t în 1971 la 146—150 mil. t în 1975. Cifrele de plan pentru anii 1976—1980 nu sînt încă stabilite oficial, dar informaţiile datînd din anul 1968 indică cca. 200 mil. t pentru anul 1980.

Creşterea producţiei urmează a se realiza înainte de toate prin extinderea uzinelor existente, dotarea acestora cu furnale de mare capacitate (pînă la 5 000 m³ volum util) şi cu oţelării LD cu convertizoare de 300 la 350 t, atingînd capacităţi de pînă la 8 mil. t/an. Pe de altă parte nu este exclusă nici soluţia construirii de noi uzine de mare capacitate. Din unele informaţii recente rezultă că se prevede construirea a două astfel de uzine :

— una în Siberia orientală, cu o capacitate de pînă la 20 mil. t oţel/an, alimentată cu minereurile descoperite în bazinul rîului Angora şi a lacului Baical ;

— a doua în zona Europeană a U.R.S.S., fiind aprovizionată de la zăcămintele anomaliei magnetice de la Kursk, cu o capacitate de 10—12 mil. t, uzină la a cărei construcţie vor putea participa şi alte ţări.

Dacă toate prevederile anunţate recent se vor realiza, siderurgia sovietică va putea dispune, la finele actualului deceniu, de o serie de uzine cu capacităţile cuprinse între 10 şi 20 mil. t oţel/an.

În ce priveşte capacităţile actualelor uzine siderurgice, revista americană „33 Magazine" indică următoarele cifre :

Uzina	Capacitatea de producţie, mil. t/an
Magnitogorsk (Ural)	10—12
Krivoi-Rog (Ucraina)	9,5
Kuznetk (Siberia occidentală)	6
Novo-Tagil (Ural)	5,8
Cerepoveţ	5
Azovstal (Ucraina)	5
Ilici (Ucraina)	5
Karaganda (Cazahstan)	5
Zaporoje (Ucraina)	5
Celiabinsk (Ural)	4,5
Ienaklievski (Ucraina)	4
Novo Lipeţk (Ucraina)	4
Zaprib (Siberia occidentală)	4

În continuare se dau unele date orientative asupra principalelor uzine sovietice :

— Combinatul din Magnitogorsk în Urali a fost printre primele uzine din lume care a atins capacitatea de 10 mil. t/an. Produce oţel Martin în 35 cuptoare, dintre care două de 900 t, şi are în programul său de laminare atît produse plate, cît şi profile. Se intenţionează să se dezvolte uzina la capacitatea de 15 mil. t/an în 1975 şi 20 mil. t/an în 1980.

— Combinatul de la Krivoi-Rog produce atît oţel Martin, cît şi oţel în convertizoare cu oxigen. Progranul său de producţie cuprinde în principal : profile uşoare, sîrmă laminată şi benzi pentru ţevi sudate. Uzina are în prezent opt furnale, din care trei de 2 000 m³ şi unul de 2 700 m³. Cel de-al nouălea furnal, a cărui construcţie a şi început, va avea un volum util de 5 000 m³. Acest furnal se va pune în funcţiune în anul 1974 şi va produce 4—5 mil. t fontă/an. Concomitent se vor construi noi convertizoare cu oxigen, un nou bluming putînd lamina peste 3 mil. t lingouri /an şi care va intra în funcţiune în anul 1973. Combinatul din Krivoi-Rog va putea deci dispune de o capacitate de 13—14 mil. t/an în 1975, admiţînd că nu se vor opri unele dintre instalaţiile existente.

— Combinatul de la Novo-Tagil din Nijni-Tagil în Ural dispune de şase furnale, din care unul de 2 700 m³, 18 cuptoare Martin (3,5 mil. t) şi trei convertizoare cu oxigen de 100 t (2,2 mil. t). Uzina dispune de o instalaţie de turnare continuă, linii de laminare pentru profile, oţel beton, tablă groasă. O nouă oţelărie cu convertizoare cu capacitatea de 3—3,5 mil. t se va construi în cursul cincinalului 1971—1975 , ceea ce va mări capacitatea uzinei la 9 mil. t. Se prevede de asemenea o linie universală de profile grele cu o capacitate de 1—1,5 mil. t.

— Uzina din Cerepoveţ, din partea europeană a U.R.S.S., dispune de patru furnale, din care unul de 2 700 m³, o oţelărie Martin, trei cuptoare electrice de 100 t, puse în funcţiune în 1969—1970, două instalaţii de turnare continuă şi laminoare finisoare pentru produse plate şi profile din care se remarcă linia semicontinuă de bandă la cald şi o linie de bandă la rece de 1 700 mm. Programul de extindere a uzinei are ca scop dublarea capacităţii. Conform unor informaţii datînd din 1969, se prevede construirea celui de-al cincilea furnal (de 3 000 m³), o oţelărie cu convertizoare cu oxigen, o linie de bandă la cald de 2 000 mm (aceasta din urmă cu o capacitate de 6 mil. t/an). Urmează ca Combinatul de la Cerepoveţ să atingă în cîţiva ani capacitatea de 10 mil. t/an.

— Combinatul Azovstal din Jdanov, pe malul Mării de Azov (Ucraina), dispune în prezent de şase furnale, o oţelărie Martin, linii de profile şi bare. Un laminor de tablă groasă de 3 600 mm urmează să fie pus în funcţiune în 1972 cu o capacitate de 1,75 mil. t/an. Se prevede construirea unei oţelării cu convertizoare de 350 t de 5 mil. t/an capacitate şi o instalaţie de turnare continuă. Dacă oţelăria Martin nu-şi va reduce activitatea, uzina va putea atinge capacitatea de 10 mil. t oţel/an.

— Combinatul de la Karaganda (din Kazahstan) este înzestrat cu trei furnale (din care unul de 2 700 m³), două cuptoare Martin de 500 t, două convertizoare cu oxigen de 250 t, un slebing şi o linie de bandă la cald de 1 700 mm. Laminorul de bandă la rece (1 700 mm) este în construcţie ; de asemenea se află în construcţie al patrulea furnal (3 200 m³) şi al treilea convertizor. Programul prevede în continuare instalarea unor linii de ţevi sudate electric şi a unor linii de tablă cositorită.

—Uzina de la Novo-Lipeţk, în partea europeană a U.R.S.S., dispune în prezent de patru furnale (din care unul de 2 700 m³), o oţelărie cu convertizoare, două cuptoare electrice cu arc, opt instalaţii de turnare continuă (prin care trece întreaga cantitate de oţel brut produsă de uzină), linii de laminare pentru produse plate, din care : o linie de bandă la cald de 2000 mm, o linie Steckel şi un laminor Sendsimir de 1 200 mm ; linia de bandă la rece de 2 000 mm este în prezent în construcţie. Programul de dezvoltare a uzinei preconizează atingerea unei capacităţi de cca. 15 mil. t în 1980 şi apoi probabil 20—22 mil. t, pe următoarele căi : construirea celui de-al 5-lea furnal (3 200 m³) cu punerea în funcţiune în 1972 şi apoi a furnalelor 6 şi 7 (probabil de 5 000 m³) ; realizarea celei de-a doua oţelării cu convertizoare de 350 t, cu o capacitate totală de 8—10 mil. t oţel/an cu punerea în funcţiune a primelor capacităţi în 1973, apoi a oţelăriei nr. 3 ; construirea de noi instalaţii de turnare continuă şi noi linii de laminare.

— Combinatul Zaprib(Siberia occidentală) din Antonovskaia lîngă Novocuznetk exploatează în prezent trei furnale (unul de 2 000 m³, al doilea de 2 700 m³ şi al treilea de 3 000 m³), o oţelărie cu convertizoare de 130 şi 250 t şi laminoare de profile. O nouă oţelărie cu trei convertizoare de 350 t, avînd capacitatea totală de 8 mil. t/an, urmează să fie pusă în funcţiune în 1973. Pentru asigurarea fontei necesare noii oţelării se prevede construirea unor noi capacităţi de cocs şi un furnal nou de 5 000 m³. Capacităţile de laminare se vor completa cu laminoare pentru fabricaţia de tablă subţire. Uzina va produce la nivelul anului 1985 10,6 mil. t fontă, 14,5 mil.t oţel şi 12,5 mil. t laminate.

* * *

Fără a lua în considerare o posibilitate de dezvoltare peste prevederi a Combinatului de la Magnitogorsk şi făcînd abstracţie de construirea unor noi combinate, siderurgia sovietică va dispune la începutul anului 1980 de capacităţi de producţie suplimentare de oţel, de cca. 40 mil. t, repartizate între şapte uzine mari (aceasta în cazul în care nu vor fi scoase din funcţiune agregatele vechi). Aceste sporuri de capacitate de oţel se vor realiza aproape exclusiv pe seama creşterii ponderii oţelului elaborat în convertizoare cu oxigen.

(Revue de Métallurgie, nr 9, 1972, p. 210E—212E)

★

Program japonez de cercetare pentru utilizarea energiei nucleare la reducerea directă a minereurilor de fier. Pe baza rezultatelor unui studiu întocmit de industria japoneză a oţelului, Ministerul Comerţului Exterior şi al Industriei a stabilit să abordeze dezvoltarea unui procedeu de reducere a minereurilor de fier, folosind un reactor nuclear cu temperatură ridicată. Programul se întinde pe 6 ani şi este prevăzută finanţarea lui începînd din aprilie 1973 cu suma de 73 mil. mărci. Pentru producerea căldurii necesare gazului reducător se va utiliza un reactor de 50 MW cu heliu ca agent de răcire, care va asigura o temperatură de ieşire a gazelor de reducere de 1 000°C. Întregul program este împărţit în trei

etape: elaborarea unei propuneri privind schema sistemului, stabilirea materialelor necesare construcției instalației experimentale și construirea instalației experimentale de reducere directă a minereurilor de fier, cu o producție zilnică de 20 t.

(*Stahl und Eisen, nr. 20, 1972, p. 1 008*)

★

Nou acord între U. R. S. S. și R. F. a Germaniei privind schimbul de conducte mari contra gazelor naturale. Noul Acord semnat recent între U.R.S.S. și R. F. a Germaniei prevede livrarea timp de 20 de ani a 4 mld. m^3 de gaze naturale din U.R.S.S. în R.F. a Germaniei. Aceasta se adaugă la Acordul precedent care se referea la furnizarea a 3 mld. m^3 gaze naturale. În schimb se vor livra de către R.F. a Germaniei 1,2 mil. t țevi de diametru mare (1 420 mm), permițîndu-se astfel construirea unei conducte de gaz de 2 400 km lungime. Această livrare de țevi reprezintă în total 1,2 mld. mărci, plătibil de către U.R.S.S. prin furnizarea de gaz metan. În cadrul acestei tranzacții U.R.S.S. beneficiază de un credit bancar.

Părțile contractante ale noului Acord sînt grupul Mannesmann (producătorul de țevi), Societatea „Ruhrgaz A.G." de distribuție a gazelor din partea R.F. a Germaniei și Prom-Syrioimport din partea U.R.S.S.

(*Revue de Métallurgie, nr. 9, 1972, p. 214E*)

★

Un nou oțel inoxidabil pus la punct în Japonia. Japonezii afirmă că au reușit să pună la punct fabricația unei noi mărci de oțel inoxidabil, de 5—10 ori mai rezistentă la coroziune decît mărcile actuale. Noul aliaj se fabrică la Institutul de cercetări metalurgice al Universității din Tohoky, în nord-estul Japoniei. Licența a fost deja solicitată de S.U.A. și R.F. a Germaniei.

Firma japoneză Sohwa Denko a acceptat producerea noului oțel inoxidabil, a cărei caracteristică principală este conținutul relativ ridicat de crom, pînă la 30 %. Conform afirmațiilor profesorilor Tohei Ottoya și Saburo Shimodeira, conducătorii echipei de cercetători, care au pus la punct noul procedeu de fabricație, pînă acum nu a fost posibilă depășirea limitei de 25 % Cr, în astfel de oțeluri, fără a face oțelul casant.

Noua tehnică permite trecerea peste această limită datorită adăugării sub vid a calciului în curent de argon. Noul oțel inoxidabil „Otoya" mai cuprinde 0,05% carbon, 0,01 % azot și 2 % molibden.

Inventatorii afirmă că noul procedeu duce la cheltuieli de fabricație mai reduse decît procedeul clasic.

Revue de Métallurgie, nr. 9, 1972, (. 216 E)

★

Activitatea grupului Voest în anul 1971. În anul 1971 VOEST a produs 1,9 mil. t fontă, 2,3 mil. t oțel brut și 1,8 mil. t laminate. Cifra de afaceri pe ansamblu a fost de 11 mld. șilingi, adică cu 14,6 % mai mare decît în anul precedent. În cadrul acestui total cifra de afaceri a sectorului siderurgie, care reprezintă 75% din total, a crescut relativ puțin (cu 1,7%); o creștere spectaculoasă s-a înregistrat în sectoarele de construcții și instalații industriale (cu 161,4%).

Investițiile au crescut sensibil în 1971, atingînd un nivel de 1 528 mil. șilingi față de 947 mil. șilingi în 1970 (+61,4 %). Această creștere se explică prin programul de dezvoltare a uzinei și care are în vedere atingerea unei capacități de 3,1 mil. t oțel brut, program care prevede ca termene de punere în funcțiune a principalelor obiective, anii 1972—1973. Acest program cuprinde:

— construirea celei de-a treia oțelării LD (două convertizoare de 100 t) și o a doua instalație de turnare continuă pentru brame (termen de intrare în funcțiune la finele anului 1973);

— adăugarea cajei a 7-a la linia de bandă la cald, a cărei capacitate va atinge astfel 190 000 t/lună;

— construirea unei linii la rece cu patru caje, majorîndu-se astfel capacitatea de producție de tablă la rece de la 600 000 la 1,1 mil. t/an (termen de punere în funcțiune 1976);

— construirea unei linii de galvanizare Sendzimir. În cadrul acestui program, în anul 1972 investițiile vor reprezenta de asemenea cca. 1,5 mld. șilingi.

În ce privește contractele pe termen lung și mijlociu ale firmei, trebuie menționat acela încheiat în 1970 cu U.R.S.S. pînă în 1975 și care prevede livrarea a 600 000 t tablă, în special tablă de caroserii. Pentru conducta de gaz transaustriacă firma VOEST va furniza 110 000 t tablă. Această tablă se va transforma în conducte la uzinele din Taranto ale firmei Italsider; dacă aceasta nu va putea prelucra întreaga cantitate, firma VOEST va putea recurge de asemenea la serviciile grupului vest-german Mannesmann.

Între contractele pe termen lung mai trebuie menționat acordul de principiu intervenit între firma VOEST și ISCOR de a construi în Africa de Sud o uzină de semifabricate din oțel cu o capacitate de 1,5 mil. t/an.

(*Revue de Métallurgie, nr. 9, 1972, p. 213—214* E)

★

Țevile de oțel—o piață mondială disputată. Producția mondială de țevi de oțel a atins, în anul 1971, cifra de 48,5 mil. t, în ultimii zece ani ritmul de creștere avînd o medie de 6%, ponderea cea mai ridicată aparținînd Japoniei și U.R.S.S. (Japonia — 18 %, U.R.S.S. — 8 %). Ca volum și export pozițiile lor sînt diferite, astfel: deși U.R.S.S. este pe primul loc, în privința producției totale de țevi (13,3 mil. t în 1971), are un export de numai 3 %; Japonia este pe locul 12, cu o producție de 7,3 mil. t, dar pe primul loc în ceea ce privește exportul. Procentual, U.R.S.S. realizează 27 % din producția mondială (25 % în 1960), Japonia 15 % (5 % în 1960); pe locul trei se află S.U.A. cu o producție de 6,9 mil. t în 1971 și un export de 5 %.

În raport cu producția națională situația exportului se prezintă mult schimbată. Pe primul loc apare R.F. a Germaniei cu 55 %, înaintea Japoniei (44 %) și a Franței (38 %); urmează R. S. Cehoslovacă (36 %), Marea Britanie (35 %) și Italia (31 %).

(*L'Usine Nouvelle, nr. 40, 1972, p.125*)

★

Producții (C.A.E.R.) și cooperări.

În 1971 țările C.A.E.R. au produs 163 mil. t metrice de oțel brut, 114 mil. t fontă cenușie, peste 113 mil. t oțel laminat și 208 mil. t minereu de fier; 16 % din oțelul produs în țările C.A.E.R. s-a obținut prin utilizarea convertizoarelor L.D. și 10 %, prin elaborare în cuptoare electrice. Cea mai însemnată țară producătoare de oțel este Uniunea Sovietică, care în 1975 va produce 146 mil. t. Pe locul doi se situează R. S. Cehoslovacă, care va produce 14 mil. t, în 1975. În sortimentul oțelurilor laminate, tabla a reprezentat 40 % din producție, țările C.A.E.R. intenționînd să coopereze pentru producerea de table rezistente la acizi table electrotehnice și inoxidabile cu o largă întrebuințare.

O grupă de lucru pentru metalurgia neferoasă a Comisiei pentru cooperare economică între U.R.S.S. și R.S.F. Iugoslavia a analizat posibilitățile de cooperare tehnică și economică în domeniul construcțiilor și a lărgirii întreprinderilor iugoslave care produc antimoniu, alumină cu conținut de apă, aluminiu, nichel, plumb și zinc, livrări de anozi și produse din aluminiu în U.R.S.S. și livrări de metale rare în R.S.F. Iugoslavia.

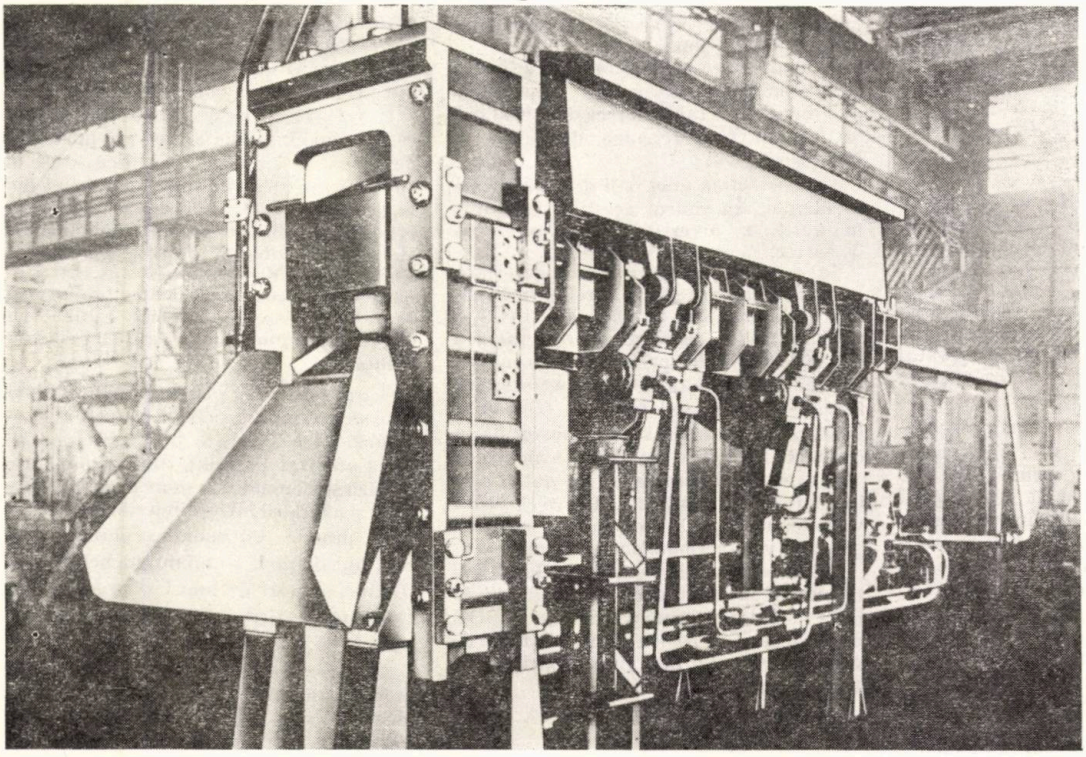
Se apreciază că R.S.F. Iugoslavia va produce, în 1975, 43 000 t plumb, 12 000 t nichel, 52 000 t zinc, 1 300 t antimoniu, 400 000 t bauxită, 200 000 t alumină, 50 000 t aluminiu și 26 000 t anozi. Pentru realizarea acestui program U.R.S.S. va acorda întreprinderilor iugoslave un credit de 267 mil. dolari S.U.A., care va fi rambursat prin livrări de materie primă.

(*Metall Bulletin, 14 noiembrie, 1972*)

Prelucrarea fierului vechi ancombrant poate să fie facilitată de foarfeca hidraulică pentru deșeuri CNS 800—C cu forță de tăiere de 800 mii daN

Strojimport

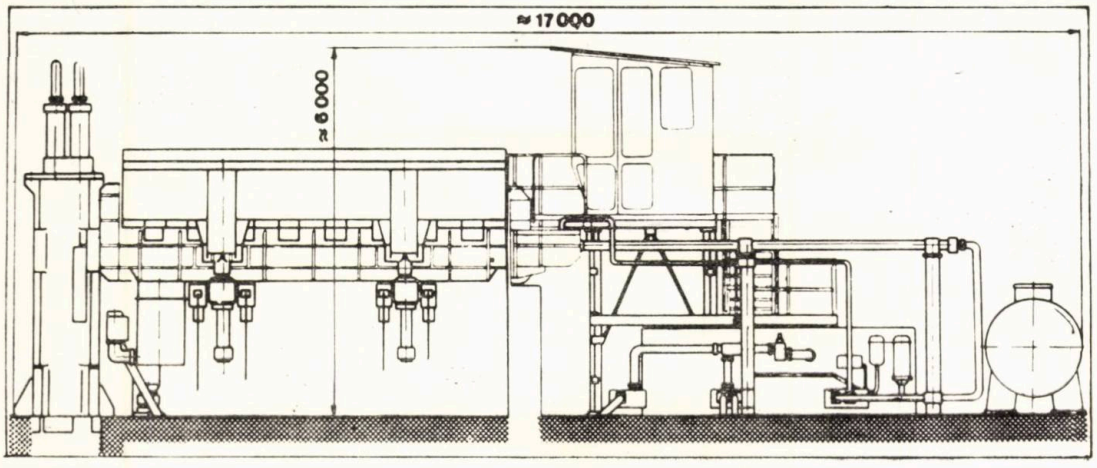
Vinohradská 184, Praga 3, R.S. Cehoslovacă ● Telex: 012 141—5



Mașina este destinată în special pentru tăierea fierului vechi ancombrant

Foarfeca poate tăia un larg sortiment de deșeuri metalice, cum ar fi profilele laminate de dimensiuni mari cu secțiuni rotunde pînă la 150 mm diametru, care pînă acum trebuiau tăiate oxiacetilenic în depozitele de fier vechi. In secțiile metalurgice aceste mașini înlătură lucrările manuale de productivitate redusă.

Foarfeca CNS 800-C este produsă de uzinele Žďárské Strojirny a slévárny Žďár nad Sázavou.



CNS 800-C

PUBLICOM

Urseanu A., p. 93—95 CD 669.162.16 : 622.782.339.44

La réduction de la consommation de coke par l'agglomération des minérais sur bande en couches superposés

On présente les principes du processus d'agglomération sur bande des minérais, chargés en deux couches, à deux allumages, en utilisant dans la couche supérieure des charbons à volatiles, réalisant ainsi un accroissement de la productivité, de la résistance mécanique moyenne, de 5—10 % meilleure, et en utilisant des compositions différentes des mélanges de la charge etc.

Dragomir I., p. 96—99 CD 539.219.1

La dynamique de l'accroissement et de l'élimination des inclusions non-métalliques dans les conditions du barbotage électromagnétique

Dans cet ouvrage on essaie d'établir le mode par lequel le barbotage du bain avec un champ électromagnétique contribue au processus de formation et d'élimination des inclusions non-métalliques.

On a utilisé comme modèle un alliage eutectique Ag—Cu. L'oxygène a été introduit sous forme de Cu_2O. La variation de la teneur en oxygène a été mise en évidence en mesurant la tension superficielle.

Bender A. et Pop V., p. 100—104 CD669.14 : 669.183.2 : 539.219.1

Recherches concernant la nature des inclusions non-métalliques dans l'acier Martin du Combinat sidérurgique Reşiţa

L'ouvrage comprend, outre les notions théoriques concernant le mécanisme de la formation et de la decantation des inclusions non-métalliques dans l'acier, les expérimentations efectueés avec une série de charges, en vue d'établir le dégré d'impurification de l'acier.

À une deuxième série de charges on a changé la méthode de désoxydation et on a établi la nature des inclusions sur des lingots provenus de différents ponts de coulage, ainsi que sur la section du lingot.

En comparant les résultats obtenus avec les deux séries de charges on a constaté qu'aux charges qui avaient été prédésoxydées avec de l'aluminium, la nature des inclusions s'est modifiée, dans le sens que les oxydes ont été éliminés presque complétement, sans toutefois que le pointage maximum change.

Dulămiţă T., Cinecă Lucia et Florian E., CD 669. 14 : 622.24.053
p. 105—108

Recherches en vue de l'amélioration de la qualité des réductions pour les tiges de forage

On expose des considérations ainsi que les résultats des recherches experimentales concernant la qualité de l'acier et le traitement thermique qui doit être appliqué aux réductions pour les tiges de forage. À la fin de l'article on fait des recommandations concernant le choix d'une nouvelle marque d'acier, en prenant comme point de départ les paramètres du traitement thermique pour l'obtention des caractéristiques mécaniques prescrites.

Ionescu C. et Iancu P., p. 109—112
CD 669.14.018.291 : 621.785 ; 539.4/.5

L'influence des conditions de chauffage pour la déformation plastique, sur les caractéristiques structurales et mécaniques des aciers pour constructions, alliés avec du vanadium

On examine l'influence du régime thermique lors de la déformation plastique sur le processus de dissolution et de réprécipitation des éléments de microall iage, par les modifications structurales et les valeurs des caractéristiques mécaniques, pour deux aciers microalliés avec du vanadium, et respectivement avec du vanadium, avec du nichel et une teneur en nichel de 0,5 %.

Franţiu I., p. 113—118 CD 669.14.018.8 — 415 : 621.771.32

La détermination des forces de laminage dans la production des tôles épaisses en acier innoxydable austénitique

L'ouvrage traite de la détermination des forces de laminage qui interviennent dans le processus de production d'un laminoir qui doit passer à la fabrication des tôles épaisses en acier inoxydable austénitique. On compare les données obtenues à un laminage expérimental, avec les résultats de l'application de certaines méthodes connues, indiquées dans la littérature de spécialité. En analysant les dérogations constatées entre les données comparées, on tire les conclusions qui s'imposent, et l'on propose l'utilisation d'un diagramme propre à l'auteur, ainsi que des formules de correction concernant les méthodes spécifiées dans la littérature, qui ont été utilisées.

Bolintineanu Gh., p. 119—123 CD. 669.35.046.52

Recherches concernant l'utilisation de certains flux, lors de l'élaboration de l'alliage ATCu4

On présente les résultats des essais effectués en vue de déterminer l'influence du mode d'élaboration d'un alliage aluminium-cuivre, sur les propriétés mécaniques, en utilisant pour son traitement à l'état liquide, divers flux indigènes

---

Ştefănescu D. M. et Chiricuţă I., p. 124—127

CD 669.131.6 : 620.181. 412

L'analyse rapide pour la détermination du carbone équivalent des fontes hypoeutectiques à graphite lamellaire, basée sur les courbes de refroidissement

On présente une méthode rapide pour la détermination du carbone équivalent C_{ech} des fontes, à l'aide des courbes de refroidissement. On expose le principe de la méthode ainsi que l'appareillage utilisé. L'ouvrage comprend des données expérimentales obtenues à l'aide d'un appareil conçu et realisé dans nôtre pays, ainsi que la manière dont il est utilisé pour déterminer le contenu de carbone équivalent de la fonte.

Moucha V., p. 128—131 CD 622.34 : 543.062

Les résultats des recherches de laboratoire concernant un procédé complexe pour la valorification du bismuth contenu dans un concentré indigène de bismuthine

Cet ouvrage a eu comme but de présenter les résultats des recherches de laboratoire concernant un nouveau procédé technologique pour la valorification du bismuth contenu dans un concentré indigène de bismuthine, à teneurs infimes de stibium et de stanium.

On présente les résultats expérimentaux pour les étapes du processus technologiques proprement-dit, suivantes :

— le lessivage du concentré avec du $FeCl_3$;
— la cémentation avec des copeaux de fer ;
— la régéneration de la solution aqueuse de $FeCl_2 + FeCl_3$;
— l'extraction électrolytique du bismuth.

Урсяну А., р. 93—95 ДК 669.162.16 : 622.782 : 339.44

Снижение расхода кокса путем двухслойного спекания руд на ленте

Изложены основные положения процесса спекания руд на ленте, загруженных в два слоя, используя в вышележащем слое угли с содержанием летучих, достигая таким образом повышения производительности, повышенной средней механической прочности на 5—10 %, при использовании различных составов шихтовых материалов и пр.

Драгомир И., р. 96—99 ДК 539.219.1

Динамика образования и удаления неметаллических включений в условиях электромагнитного перемешивания

В настоящей работе сделана попытка установить в какой мере перемешивание ванны при помощи электромагнитного поля содействует процессу образования и удаления неметаллических включений.

В качестве модели был использован эвтектический сплав Ag—Cu. Кислород вводился в виде Cu_2O. Изменение содержания кислорода выявлялось путем измерения поверхностного натяжения.

Бендер А и *Поп В.*, р. 100—104 ДК 669.14 : 669.183 2 : 539.219.1

Исследования природы неметаллических включений в мартеновской стали на заводе К.С.Р.

В работе представлены торетические положения о механизме образования и всплывания неметаллических включений в стали, а также и опыты, проведенные для целого ряда плавок с целью установления ее загрязненности.

Для другой серии плавок был изменен метод раскисления и установлена природа включений как в слитках, полученных на разных литейных установках, так и по сечению слитка.

Сопоставляя результаты двух серий плавок, выявлено, что в плавках, предварительно раскисленных алюминием, измененилась природа включений, т.е. они были удалены почти полностью при неизменных максимальных баллах.

Дулэмицэ Т., *Чинкэ Лучия* и *Флориан Е.*, р. 105—108 ДК 669.14 : 622.24.053

Исследования, касающиеся повышения качества редукторов для бурильных труб

В статье приводятся соображения и рассматриваются результаты экспериментальных исследований, касающихся качества стали и термообработки редукторов для бурильных труб. В заключительной части даются марки стали, исходя из параметорв термообработки ввиду получения заданных механических характеристик.

Ионеску К. и *Янку П.*, р. 109—112 ДК 669.14.018.29 : 539.374 : 539.4/.5

Влияние условий нагрева под обработку давлением на структурные и механические характеристики конструкционных сталей, микролегированных ванадием

В работе исследуется влияние термического режима при пластической деформации на процесс растворения и выпадения микролегирующих элементов путем структурных изменений и значения механических характеристик для двух сталей, микролегированных ванадием и соответственно ванадием и азотом при содержании никеля до 0,5 %.

Франциу И., р. 113—118 ДК 669.14.018.8—415 : 621.771 2

Определение сил прокатки при производстве толстых листов из аустенитной нержавеющей стали

Объектом исследования является определение сил прокатки, имеющих место в процессе производства прокатного стана, переходящих на производство толстых листов из аустенитной нержавеющей стали. Сравниваются результаты, полученные при экспериментальной прокатке с результатами применения методов, известных из литературы. Из анализа отклонений сопоставляемых данных делаются необходимые выводы и предлагается применение собственного графика и поправочной формулы при методах, взятых из литературы.

Болинтиняну Г., р. 119—123 ДК 669.35.046.5

Исследования, касающиеся применения флюсов при выплавке сплава $ATCu_4$

В работе даются результаты проведенных опытов с целью определения влияния способа выплавки алюминиевомедного сплава на механические свойства, применяя для его обработки в жидком состоянии разные отечественные флюсы.

Штефэнеску Д. М. и *Кирикуцэ И.*, р. 124—127 ДК 669.131.6 :620.181.412

Скоростной анализ для определения эквивалентного углерода в доэвтектических чугунах с пластинчатым графитом при помощи кривых охлаждения

В статье представлен скоростной метод определения эквивалентного углерода чугунов при помощи кривых охлаждения. В работе рассматриваются данные экспериментов, полученные при помощи аппарата, спроектированного и сконструированного в стране, а также и способ работы при определении содержания эквивалентного углерода в чугуне.

Мукха В., р. 128—131 ДК 622.34 : 543.062

Результаты лабораторных исследований, касающихся нового комплексного способа использования висмута содержащегося в отечественном концентрате висмутина

Целью настоящей работы является представление результатов лабораторных исследований, касающихся нового технологического способа использования висмута, содержащегося в отечественном концентрате висмутина, с ничтожно малым содержанием антимония и олова.

Даются экспериментальные результаты для следующих этапов собственного технологического процесса:
— выщелачивание концентрата при помощи $FeCl_3$;
— цементирование железной стружкой;
— регенерация водного раствора $FeCl_2+FeCl_3$;
— электролитическая экстракция висмута.

Urseanu A., p. 93—95 DK 669 162.16 : 622.782 : 339.44

Verminderung des Koksverbrauches bei Bandagglomeration der Erze in übereinanderliegenden Schichten

Es wird das Prinzip der Bandagglomeration von zweischichtigen Erzbeschickungen mit zwei Anfeuerungen und mit Kohle mit hohen Gehalt an flüchtigen Stoffen als Oberschichte beschrieben. Auf diese Weise wurde eine Erhöhung der Leistung und des mechanischen Widerstandes von 5—10 % erhalten, eine Verwendung von verschiedenen Beschickungszusammensetzungen ermöglicht usw.

Dragomir I., p. 96—99 DK 539.219.1

Wachstums- und Ausscheidungsdynamik der nichtmetallischen Einschliessungen unter Bedingungen einer elektromagnetischen Agitation

Im Artikel wird versucht die Art und Weise in der die Badagitation mittels eines elektromagnetischen Feldes zur Entstehung und Ausscheidung der nichtmetallischen Einschliessungen beiträgt, festzulegen.

Als Muster wurde eine Ag—Cu Legierung verwendet. Sauerstoff wurde als Cu_2O eingebracht. Die Änderung des Sauerstoffgehaltes wurde durch Oberflächenspannungsmessungen hervorgehoben.

Bender A. und Pop V., p. 100—104 DK 669.14 : 669.183·2 : 539.219.1

Erforschungen über die Art der nichtmetallischen Einschliessungen im Siemens-Martin Stahldes Eisenhüttenwerkes-Reşita

Der Artikel enthält, nebst theoretischen Begriffen über Entstehungs — und Ausscheidungsmechanismus der nichtmetallischen Einschliessungen im Stahl, Untersuchungen bei einer Reihe von Beschickungen zwecks Bestimmung des Verunreinigungsgrades derselben.

Bei der zweiten Serie von Beschickungen wurde das Beruhigungsverfahren geändert und die Art der Einschliessungen wurde sowohl für Blöcke die von verschiedenen Gussbühnen stammten, als auch für den Blockquerschnitt bestimmt.

Durch Vergleich der Ergebnisse der beiden Beschickungsserien wurde festgestellt dass bei den mit Aluminium vorberuhigten Beschickungen sich die Art der Einschliessungen im Sinne einer fast vollständigen Ausscheidung der Oxyde ändert, wobei jedoch keine Veränderung der Maximalwertung stattfindet.

Dulămiță T., Cincă Lucia und Florian E., p. 105—108 DK 669.14 : 622.24.053

Erforschungen zwecks Qualitätsverbesserung der Bohrgestängeübergänge

Es werden Betrachtungen und Erforschungsergebnisse über erforderliche Stahlqualität und Wärmebehandlung für Bohrgestängeübergänge vorgelegt. Am Ende werden Empfehlungen über die Notwendigkeit der Wahl einer neuen Stahlsorte ausgehend von den Wärmebehandlungsparametern, zwecks Erhaltung der vorgeschriebenen mechanischen Kennziffern gemacht.

Ionescu C. und Iancu P., p. 109—112 DK 669.14 018. 291 : 621.785.1 : 539.4/.5

Einfluss der Erwärmungsbedingungen für plastische Deformierung auf die mechanischen und Strukturkennziffern der mit V mikrolegierten Baustähle

Die Arbeit untersucht den Einfluss der Temperaturbedingungen bei plastischer Deformierung auf den Auflösungs- und Niederschlagungsvorgang der Mikrolegierungselemente mittels Strukturänderungen und Werte der mechanischen Kennziffern für zwei Stähle, mit V und bzw. V+ N legiert, und einem 0,5 % Ni Gehalt.

Franțiu I. p., 113—118 DK 669.14.018.8—415 :621.771.23

Bestimmung der Walzkräfte bei Erzeugung von rostfreiem austenitischem Grobblech

Die Arbeit befasst sich mit der Bestimmung der Walzkräfte die im Erzeugungsvorgang eines Walzwerkes, das zu der Fabrikation von rostfreiem, austenitischem Grobblech übergehen wird, auftreten. Die Daten eines Experimentalwalzens werden mit den Ergebnissen der Verwendung von Fachliteraturmethoden verglichen. Aus der Analyse der Unstimmigkeiten zwischen den verglichenen Werten werden Schlussfolgerungen gezogen und Vorschläge für zweckmässige Anwendung von originellen Schemen und Korrektionsgleichungen für die aus der Fachliteratur entnommenen Methoden gemacht.

Bolintineanu Gh., p. 119—123 DK 669.35.046.52

Untersuchungen betreffs Anwendung von Flussmittel bei Erzeugung der ATCu4—Legierung

Die Arbeit legt Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen, zwecks Bestimmung des Einflusses der Erzeugungsweise einer Aluminium-Kupferlegierung auf die mechanischen Eigenschaften, vor. Für die Behandlung der Legierung im flüssigen Zustand wurden verschiedene einheimische Flussmittel verwendet.

Ștefănescu D. M. und Chiricuță I., p. 124—127 DK 669.131.6 :620.181.412

Schnellanalyse, mittels Kühlungskurven, für Bestimmung des äquivalenten Kohlenstoffes in hypoeutektischem Eisen mit Lamellengraphit

Im Artikel wird ein Schnellverfahren zur Bestimmung des äquivalenten Kohlenstoffes C_{ech} im Eisen, mittels Kühlungskurven, beschrieben. Das Prinzip des Verfahrens und die verwendeten Ausrüstungen werden dargelegt. Der Artikel enthält sowohl die mittels einer in Rumänien entworfenen und gebauten Ausrüstung erhaltenen Forschungsergebnisse, als auch die Anwendungsweise dieser Ausrüstung bei Bestimmung von äquivalenten Kohlenstoff im Eisen.

Moucha V., p. 128—131 DK 622.34 : 543.062

Ergebnisse von Laboruntersuchungen über ein neues komplexes Verfahren zur Verwertung von Wismut aus einem rumänischen Bismutinkonzentrat

Der Artikel hat als Ziel die Erörterung der Laboruntersuchungsergebnisse über ein neues technologisches Verfahren zur Verwertung von Wismut aus einem rumänischen Bismutinkonzentrat mit sehr niedrigem Antimon- und Zinngehalt.

Es werden Experimentalergebnisse für die folgenden Stufen des originellen technologischen Verfahrens vorgelegt:

- Konzentratlaugung mit $FeCl_3$;
- Zementierung mit Eisenspan;
- Regeneration der wässerigen $FeCl_2 + FeCl_3$ Lösung;
- Elecktrolytische Extraktion von Wismut.

BIBLIOTECA CENTRALĂ ORȘTIE

Urseanu A., p. 93—95 DC 669.162.16 :622.782.339.44

Lowering of coke consumption by band agglomeration of ores in overlying layers

The paper presents the principles of band agglomeration of ores, charged in two layers, with two firings, and using for the top layer a volatile-rich coal. The proceeding led to an increase in output and in mean mechanical strength of 5—10%, allowed the use of various charge mixtures etc.

Dragomir I., p. 96—99 DC 539.219.1

Dynamics of growth and settling of non—metallic inclusions under conditions of electromagnetic stirring

The paper tries to determine the manner in which bath stirring by means of an electromagnetic field contributes to formation and settling of non—metallic inclusions.

As a model an Ag-Cu eutectic alloy was used. Oxygen was introduced as Cu_2O. Change in oxygen content was emphasized by measuring surface tension.

Bender A. and Pop V., p. 100—104 DC 669.14 : 669.183.2:539 .219.1

Investigations regarding nature of non-metallic inclusions in open-hearth steel at the Iron and Steel Plant-Reşiţa

The paper contains, besides theoretical principles regarding the mechanism of formation and settling of non-metallic inclusions in steel, investigations performed upon a series of charges in view to determine their impurification degree.

For the second set of charges deoxidation method was changed and nature of inclusions was determined both for ingots resulting from various casting beds and throughout their section.

By comparing the results obtained for these two sets of charges, one could establish that for charges pre-deoxidized with aluminium nature of inclusions changed in the sense that oxides were eliminated almost completely, maximal rating remaining unchanged.

Dulămiţă T., Cincă Lucia and Florian E., p. 105—108 DC 669 14 : 622 24. 053

Investigations in view of improving quality of drill-pipe substitutes

The paper presents some considerations and further results of investigations regarding steel quality and heat treatment which has to be performed for drill-pipe substitutes. Finally, recommendations are made regarding the need to choose a new steel brand, starting from heat treatment parametra, in view to obtain specified mechanical properties.

Ionescu C. and Iancu P., p. 109—112 DC 669.14.018.291 : 621.785.1 : 539.4/5

Influence of heating conditions for plastic deformation upon structural and mechanical properties of structural steels micro-alloyed with vanadium

The paper aims to investigate the influence of thermal conditions during plastic deformation upon dissolution and resettling of micro-alloying elements by means of structural changes and values of mechanical properties for two steels having a 0,5 % Ni content, microalloyed with vanadium and, respectively, with V+N.

Franţiu I., p. 113—118 DC 669.14.018.8—415 :621.771.23

Estimation of rolling forces in manufacturing austenitic stainless-steel plate

The paper deals with the estimation of rolling forces accuring in the working process of a rolling mill which is to manufacture austenitic stainless-steel plate. Data obtained during an experimental rolling are compared with results obtained by using well-known methods, mentioned by literature. From the analyse of observed differences between the tow sets of data, conclusions are drawn and proposals are made for using to this end of an original diagram and of correction formulas for the standard methods.

Bolintineanu Gh., p. 119—123 DC 669.35.046.52

Investigations regarding the use of some fluxes in working-out an ATCu4 alloy

The paper presents results of investigations performed in view to determine the influence of the working-out method for an aluminium-copper alloy upon its mechanical properties, by using for its treatment in molten state various domestic fluxes.

Ştefănescu D. M. and Chiricuţă I., p. 124—127 DC 669.131.6 : 620 181.412

Fast analysis, based on cooling curves, for determination of quivalent carbon in hypoeuteetic iron with flaked graphite

The paper presents a fast method for determination of equivalent carbon C_{ech} in iron,by means of cooling curves.Principle of the method and used equipment are presented as well. The paper contains experimental data obtained by means of an apparatus designed and achieved in Romania and also the manner of its use in determination of equivalent carbon content in iron.

Moucha V., p. 128—131 DC 622.34 : 543.062

Results of laboratory investigations regarding a new complex proceeding for processing bismuth out of a domestic bismuthine ore

The paper aims to render results of laboratory investigations regarding a new technological proceeding for processing bismuth out of a Romanian bismuthine ore, with minute antimony and tin contents.

The paper presents results of investigations for following stages of the original technological process :

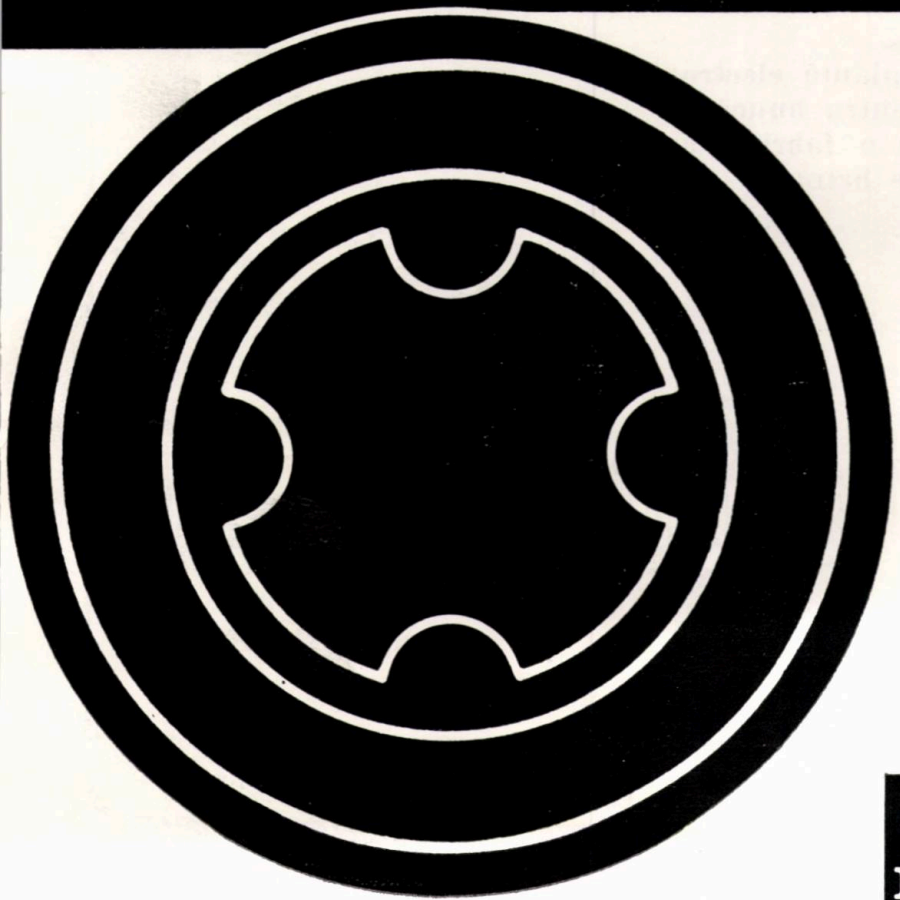
- lixiviation of the concentrate with $FeCl_3$;
- case-hardening with iron facings ;
- regeneration of the aqueous $FeCl_2 + FeCl_3$ solution ;
- electrolitic recovery of bismuth.

V/O MACHINOEXPORT

livrează,
după desenele și specificația clientului, cilindri de fontă pentru laminoare, executați:

- din fontă obișnuită, lișt sau calibrați
- din fontă aliată, lișt sau calibrați
- compound, lișt sau calibrați

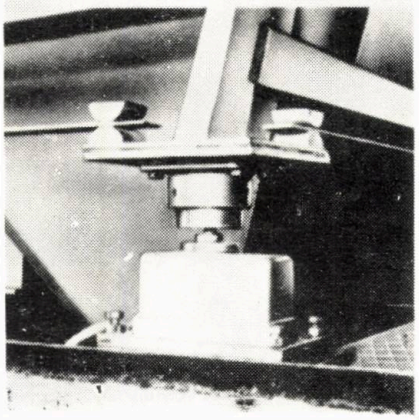
MACHINOEXPORT



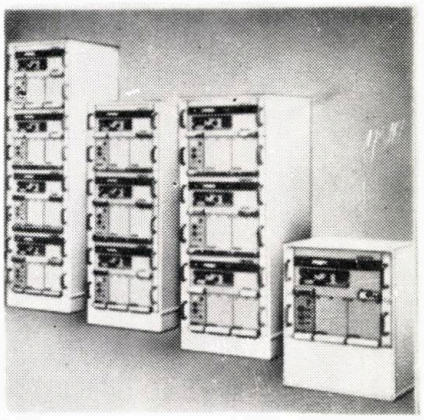
- din fontă aliată sau nealiată, din fontă modificată cu magneziu în gamele dimensionale:
  - — diametrul tăbliei, 150—1300 mm
  - — lungimea tăbliei, 160—6 000 mm
  - — masa, pînă la 25 t
- cu duritate și rezistență ridicată, cu suprafețe îngrijit prelucrate, de calitate garantată

☎ 147-15-42 SSSR MOSKVA 117330
MACHINOEXPORT
207 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT

SISTEME DE BALANȚE ELECTRONICE

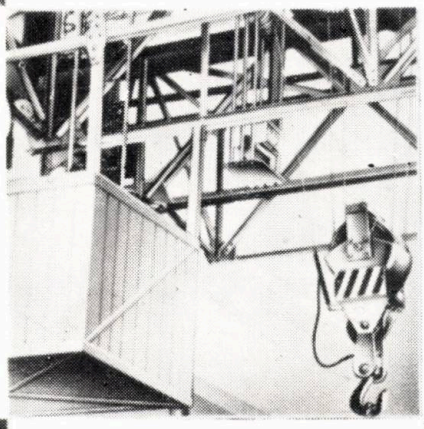


Balanță electronică cu dozaj proporțional

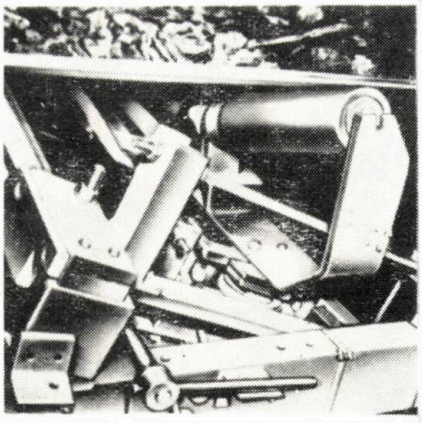


Balanță electronică pentru oale de turnare

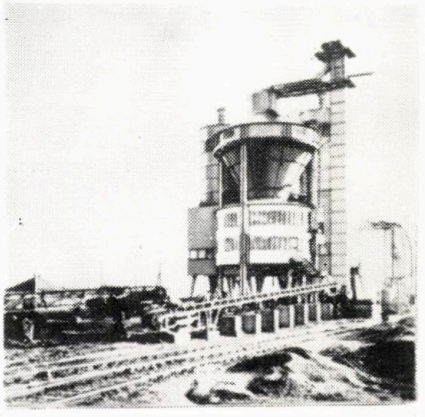
Balanță electronică pentru benzi transportoare



Balanță electronică pentru macarale



Balanță electronică pentru buncăre la o fabrică automată de betoane



- Balanțe pentru macarale
- Poduri basculă
- Balanțe pentru oale de turnare
- Balanțe pentru buncăre

HODMEZOVASARHELY

- Balanțe de dozare
- Măsurători de presiune pe osii și roți
- Balanțe programate de amestec
- Balanțe pentru benzi transportoare

METRIMPEX
BUDAPEST

METRIMPEX
Societate maghiară pentru Comerțul Exterior de Instrumente
Adresa poștală Budapesta 62
Căsuța poștală 202 Ungaria
Telegramă : INSTRUMENT BUDAPEST
Telex : 22 – 5451
IMPORTATOR : MAȘINEXPORT BUCUREȘTI. Căsuța poștală P.O.B.113

Fabricată de

metripond
MÉRLEGGYÁR
HODMEZOVASARHELY

robotron

Procesele complicate pot fi stăpînite cu ROBOTRON 4000

Familia de calculatoare ROBOTRON 4000 cu grupe de aparate periferice universale.

Prin alegere şi organizare flexibilă- 2 sisteme de calculatoare.

Sistemul de calculatoare PRS 4000

Sistemul de minicalculatoare KRS 4200

Conducerea efectivă a proceselor şi procedeelor tehnologice complicate - aceasta este ţelul dv

Aceasta a fost şi problema noastră pe care o putem rezolva prin folosirea grupelor de aparate ale familiei de calculatoare ROBOTRON 4000, care pot fi cuplate cu instalaţiile ESER.

Programele şi proiectele noastre aplicabile în tehnică vă asigură o înaltă eficienţă la producerea proceselor continue sau discontinue.

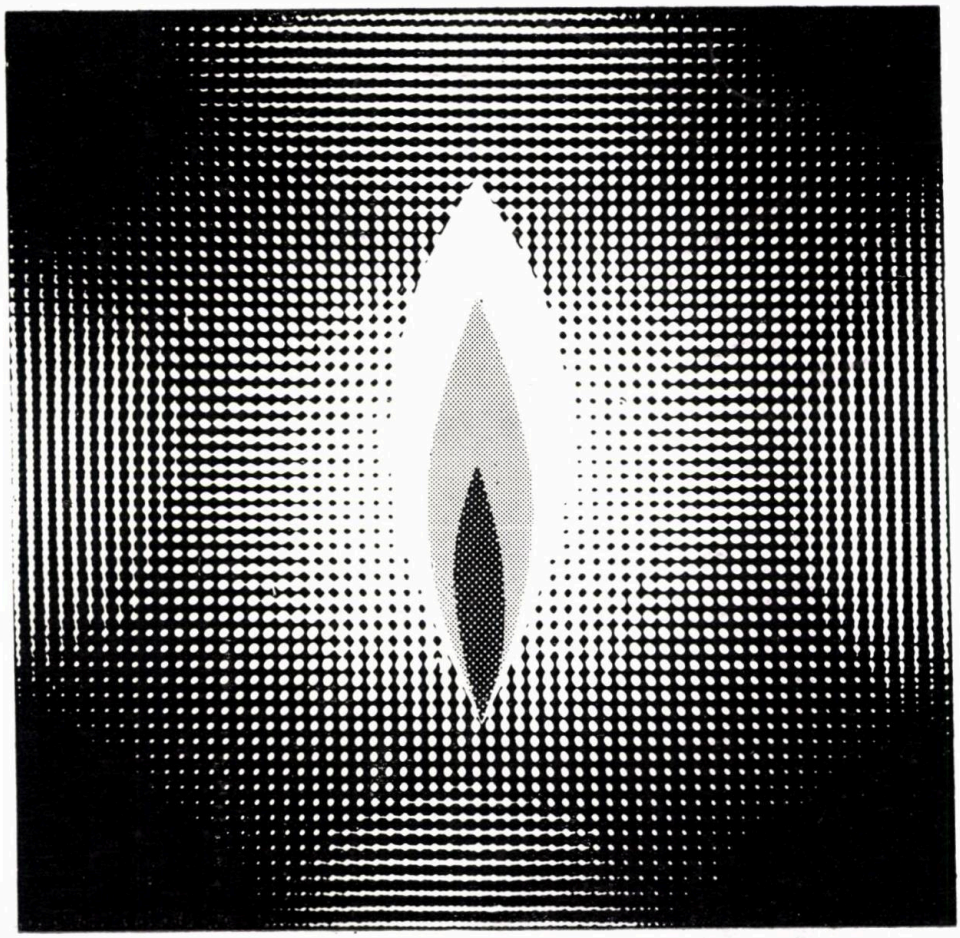
Aceasta este oferta noastră. Vă rugăm să vă informaţi asupra ei. Documentaţiile noastre vă stau la dispoziţie.

bme

Exportator:

Büromaschinen — Export GmbH Berlin
D.D.R, — 108 Berlin

PUBLICOM



Prelucrarea metalelor cu plasmă gazoasă

APARATUL DE TĂIERE " PLAMIA - 62 " pentru decuparea oţelurilor cu conţinut redus de carbon şi slab aliate cu grosime de 3 - 300 mm este prevăzut cu compas pentru decupări circulare cărucior pentru menţinerea constantă a distanţei dintre bec şi metalul tăiat şi echipat cu becuri interschimbabile

Greutatea 1,4 kg.

APARATUL DE SUDURĂ " MOSKVA " pentru sudare oxiacetilenică manuală, pentru încărcarea, sudarea şi încălzirea pieselor din metale şi aliaje feroase şi neferoase, cu grosimea de 0,5 - 30 mm

Greutatea 0,68 kg

PISTOALELE ELECTRICE DE METALIZARE EM-10-66 şi MGI-2-65 pentru aplicarea cu ajutorul arcului electric a acoperirilor de zinc, aluminiu, cupru, molibden pe piese din oţeluri diferite sau alte metale, în scopul protecţiei anticorozive în atmosferă, apă obişnuită şi combustibili lichizi pentru ameliorarea proprietăţilor refractare şi de rezistenţă la uzură a oţelurilor, pentru acoperiri decorative şi pentru restabilirea cotelor la piesele uzate, eliminarea defectelor de turnare etc.

Greutatea unui aparat 2 kg.

ENERGOMACHEXPORT

Exportator : V/O ENERGOMACHEXPORT U. R. S. S.
Moscova V - 330 • str. Mosfilmovskaia nr. 35 • Telex - 7565

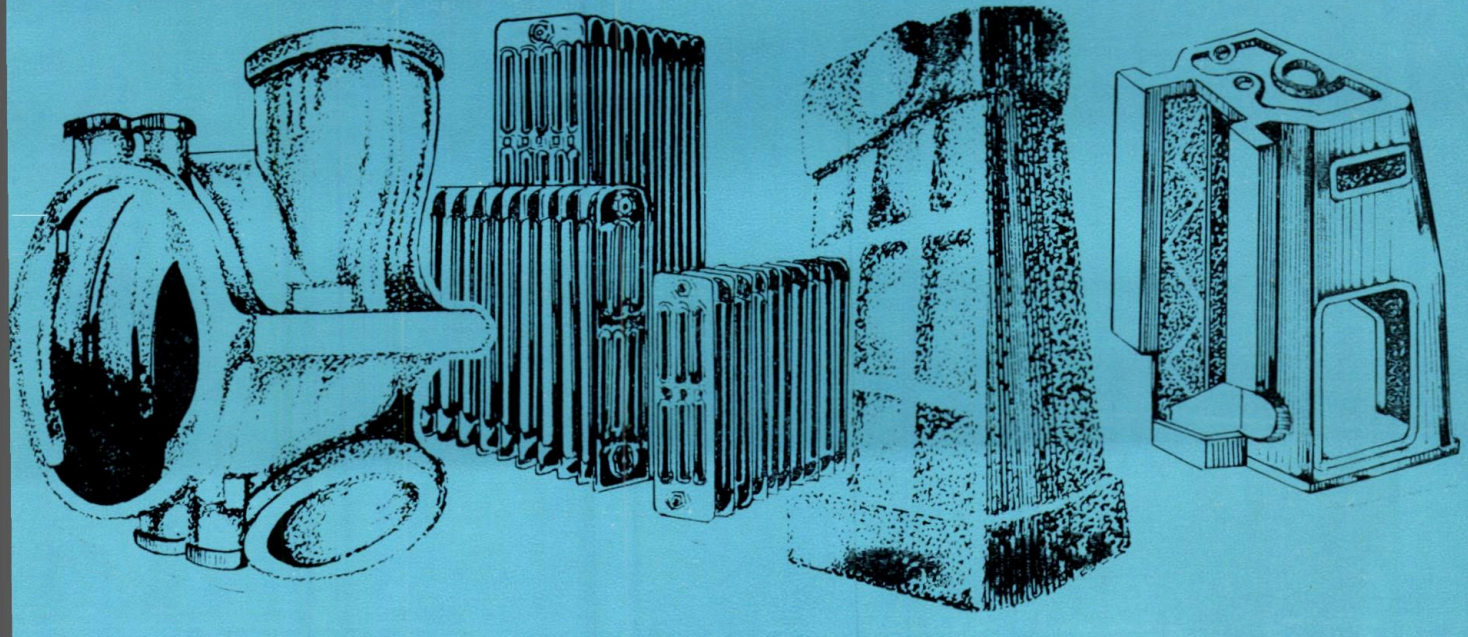
PUBLICOM

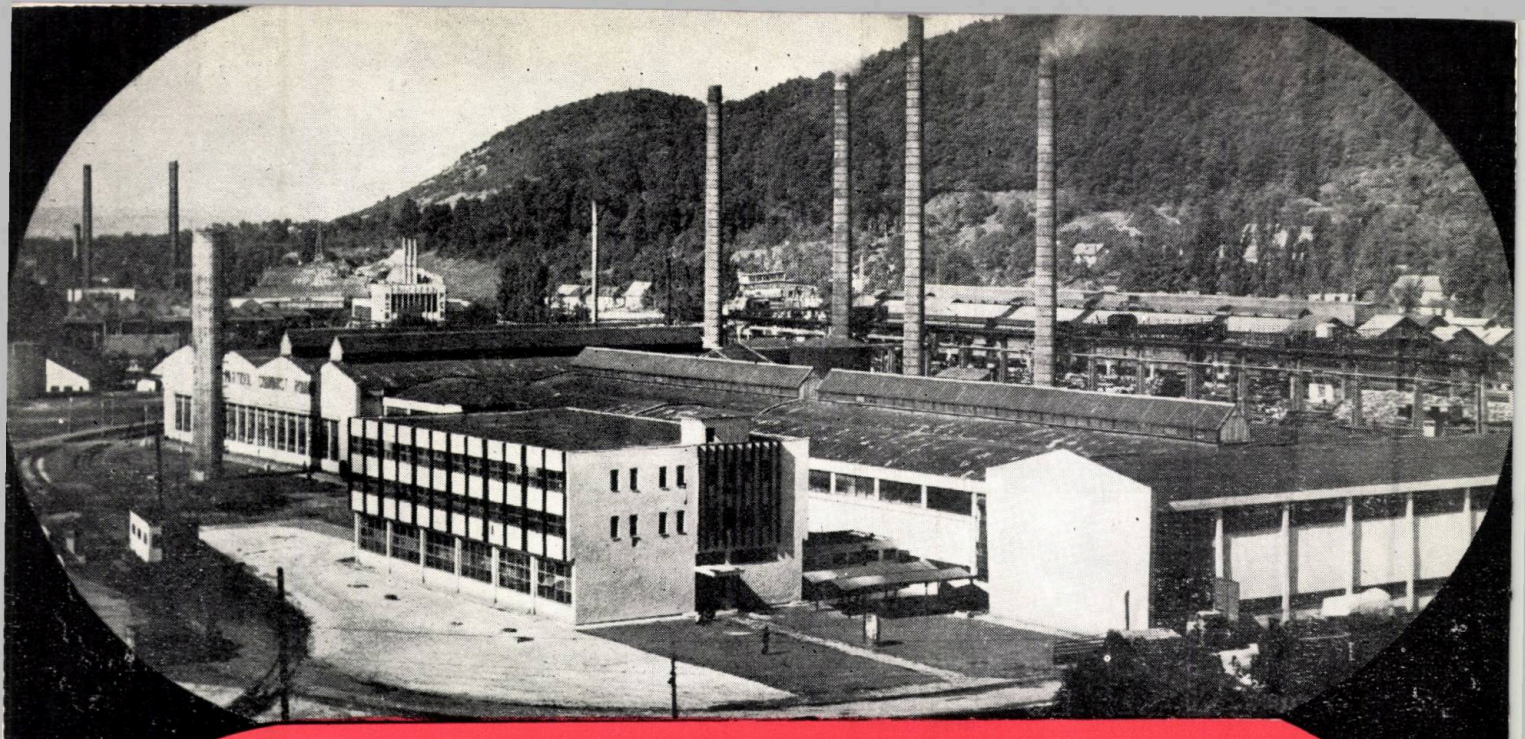
Uzina

VICTORIA

Călan

- Fontă cenușie STAS 882—65
- Piese de schimb pentru siderurgie
- Piese pentru mașini-unelte
- Radiatoare din fontă
- Cilindri din fontă pentru laminoare
- Lingotiere
- Maselotiere
- Plinii de turnare
- Poduri de turnare
- Semicocs
- Cocs fluidizare
- Cocs brichete din cocs petrol





UZINA OȚELUL ROȘU

Orașul Oțelul Roșu
Str. Mihail Eminescu, nr. 10
Jud. Caraș Severin
Telefon 4

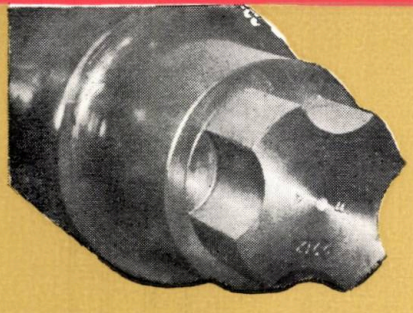
CILINDRI DIN FONTĂ

● cilindri duri (definiți) ● cilindri indefiniți cu grafit lamelar (clasici) ● cilindri cu grafit nodular ● cilindri netezitori pentru țevi Mannesmann

PIESE TURNATE DIN OȚEL

● poduri, pîlnii și vane de turnare ● mufe și bare de cuplare pentru laminoare ● maselote ● roți de vagoneți ● roți de rulare pentru macarale ● suporți de lagăre pentru laminoare ● coroane și roți dințate ● role pentru căile de rulare de la laminoare ● mese și cuțite de ghidaj pentru laminoare ● mese și capace de recoacere pentru tablă subțire

Greutatea pieselor turnate din oțel 0,2—12 t
Grosimea peretelui pieselor turnate 1 000 × 1 500 mm
Mărci de oțel conform STAS 600—65: OT 40—1, OT 45—1, OT 50—1, OT 55—1



BARE DIN OȚEL TRASE LA RECE

● rotunde ∅ 15—70 mm ● hexagonale 17—55 mm, din: oțel carbon obișnuit, oțel carbon de calitate, oțel pentru automate, oțel aliat ● rotunde ∅ 15—30 mm, din oțel pentru rulmenți

TABLĂ SILICIOASĂ

● 1000 × 2000 × 0,5

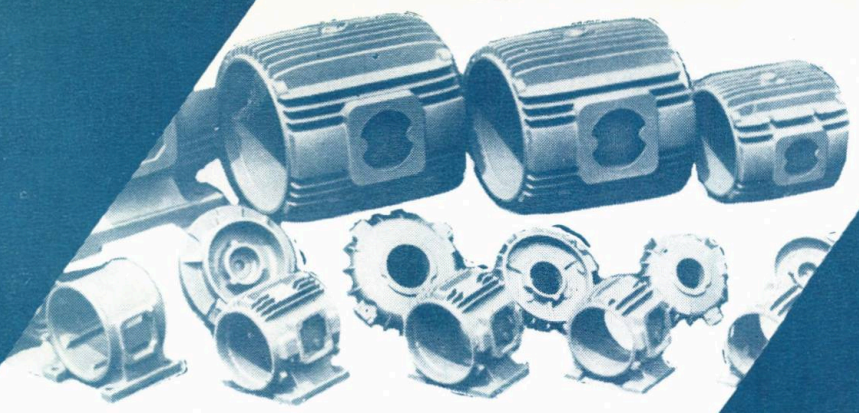
Modern Industry ● High Qualified Specialists ● High Quality Products Made according to the International Standards

Reinforcing steel bars
Steel bars
Steel profiles
Steel drawn bars
Medium and heavy plate
Cold rolled and drawing sheets
Seamles steel line pipes
Welded gas tubes
Welding electrodes
Steel drawn wires
Steel ropes
Nails for constructions

Exporter:

METALIMPORT

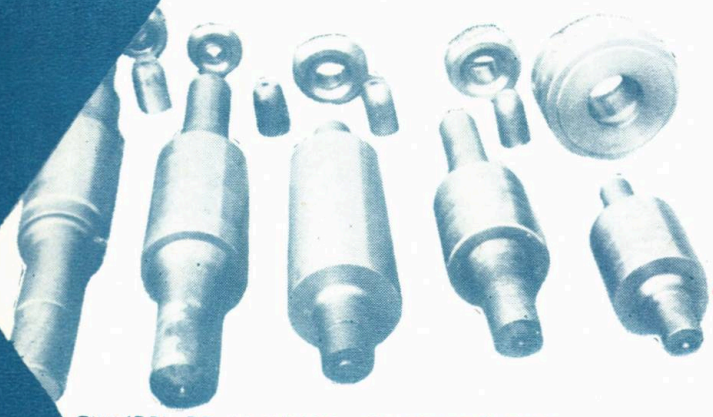
Foreign Trade State Enterprise
Bucharest – Rumania
8, Edgar Quinetstreet
Fhone: 14.25.09
Telex: 257, 258, 259
Cable address:
METALIMPORT – Buharest



CARCASE PENTRU MOTOARE ELECTRICE

- pentru intern
- pentru export

SCUTURI, PALIERE PENTRU MOTOARE ELECTRICE



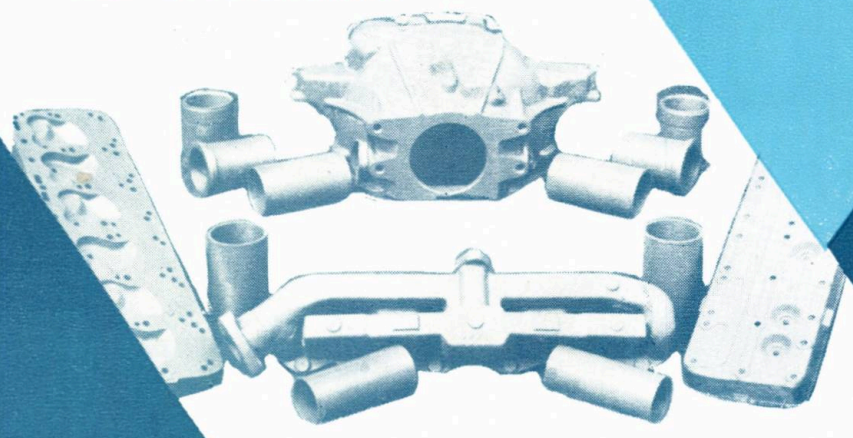
UZINA DE FIER VLAHIȚA

Jud. Harghita
Telefon: 4—11

CILINDRI DE LAMINOR CU CRUSTĂ DURA

- pentru sîrme, benzi și profile ușoare
- pentru tablă subțire

CILINDRI ȘI VALȚURI PENTRU INDUSTRIA CHIMICĂ
ROLE, MATRIȚE ȘI DOPURI PENTRU LAMINOARE DE ȚEVI
FONTĂ SPECIALĂ PENTRU TURNĂTORIE



PIESE DE SCHIMB AUTO

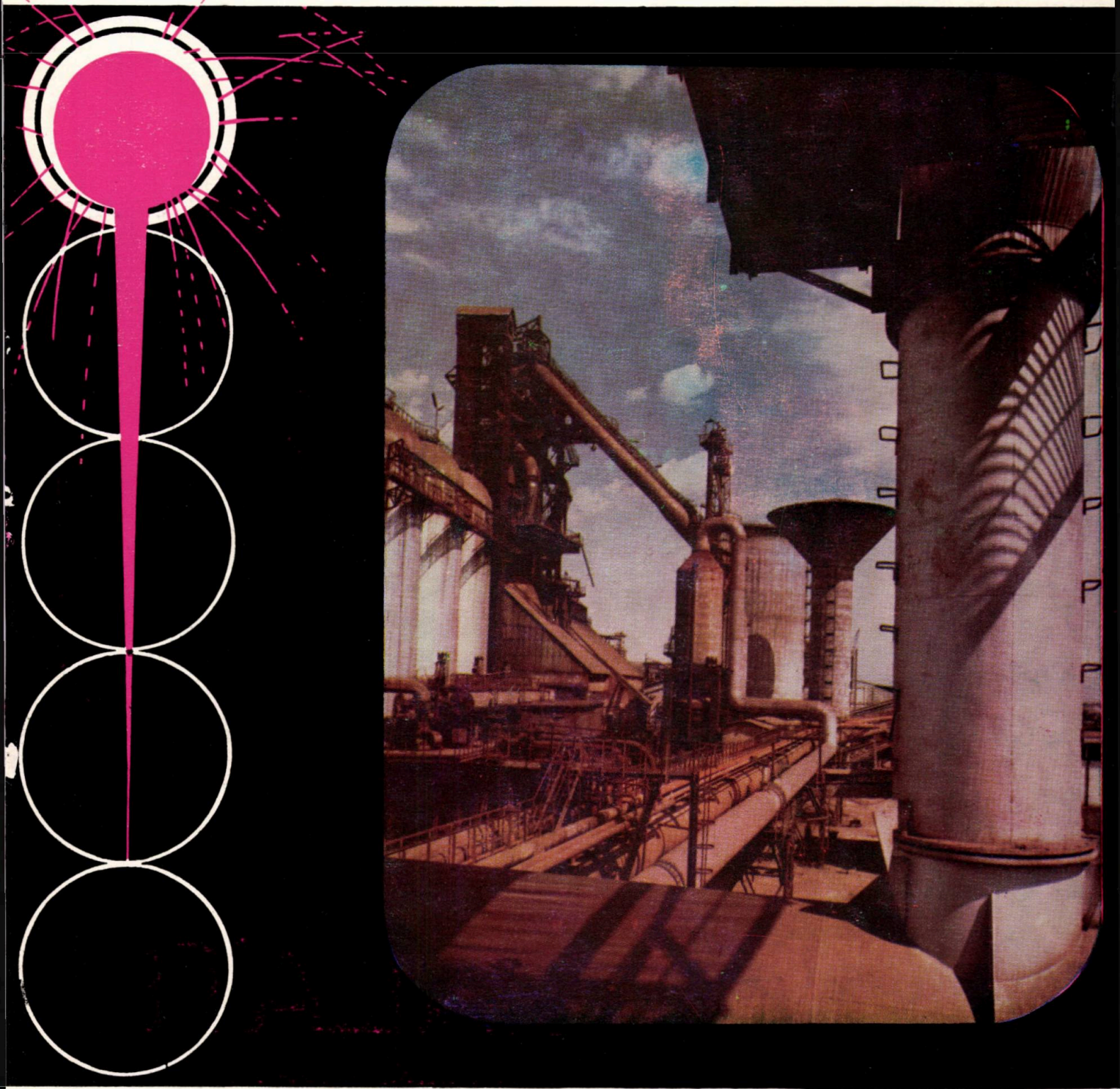
- chiulase
- carcase ambreiaj
- colector de admisie și evacuare
- cămăși pistoane

CSH

vă oferă:

profile laminate din oţeluri carbon calmate, semicalmate şi necalmate, din oţeluri carbon de calitate, aliate şi slab aliate

● rotunde cu diametrul de 10—180 mm ● cornier de 20×20—150×150 mm ● I 18— I 24 ● U 6,5— U 24 ● late de 20×5—200×20 mm ● benzi laminate la cald de 200×2—500×5 mm ● ţagle, blumuri pentru forje, de 70×70—400×400 mm ● oţel beton cu profil periodic laminat la cald, oţel beton neted laminat la cald, sîrmă laminată la cald, ● profile speciale pentru armături de mină pentru talpa şenilei de tractor etc.



COMBINATUL SIDERURGIC HUNEDOARA

Str. Dr. P. Groza nr. 8. Hunedoara ● Telex: 032411 ● Tel: 1075-1077-1450-2533-2934

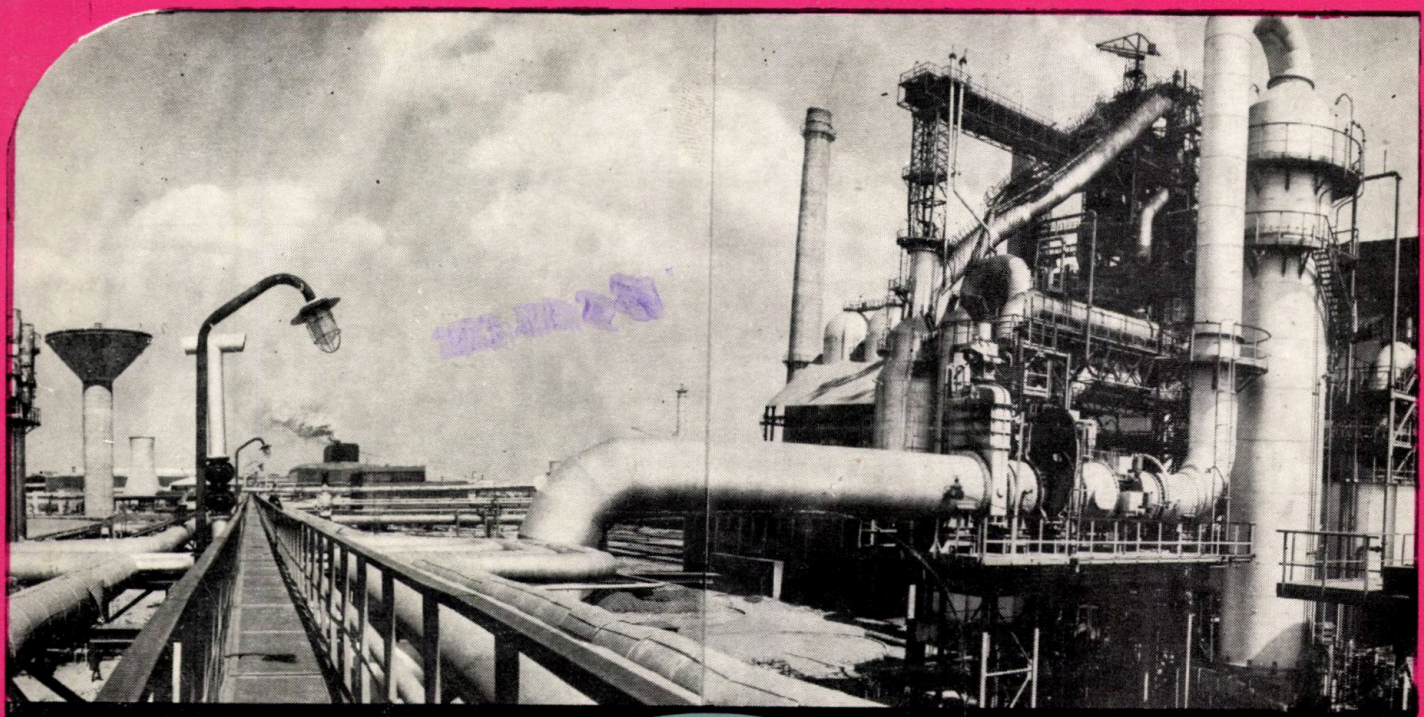


TABLE GROASE: ● de (6—150 mm) × (1500—3000 mm) × × max. 15 000 mm ● din oţeluri calmate, semicalmate, necalmate şi slab aliate ● utilizate în construcţii mecanice, construcţii metalice, construcţii navale, construcţii de cazane etc. TABLE ÎN FOI laminate la cald: ● de (1,8—7 mm) × × (700—1500 mm) × (2000—10000 mm). BANDĂ ÎN RULOURI laminată la cald: ● de (1,5—12 mm) × (700—1550 mm) şi greutate max. 24 t ● utilizată la fabricarea ţevilor sudate, profilelor îndoite sau pentru relaminare la rece. TABLE ŞI BENZI laminate la rece: ● de (0,3— —3 mm) × max. 1500 mm ● utilizate pentru caroserii, construcţii metalice, ţevi sudate, profile îndoite. SULFAT FEROS HEPTAHIDRATAT — STAS 2189—68, calitatea I şi II, puritate 98—99%

COMBINATUL SIDERURGIC

„Gheorghe Gheorghiu-Dej"

GALAŢI

Telegraf: Combin Galaţi. Telefon: 18300, Telex: 015253; 015257

E 3280

R

METALURGIA

PETROLVA

4

METALURGIA • BUCUREŞTI • ANUL XXV • NR. 4 • APRILIE 1973

CONSILIUL NATIONAL
AL
INGINERILOR SI TEHNICIENILOR

MINISTERUL INDUSTRIEI METALURGICE

INSTITUTUL DE CERCETARI METALURGICE

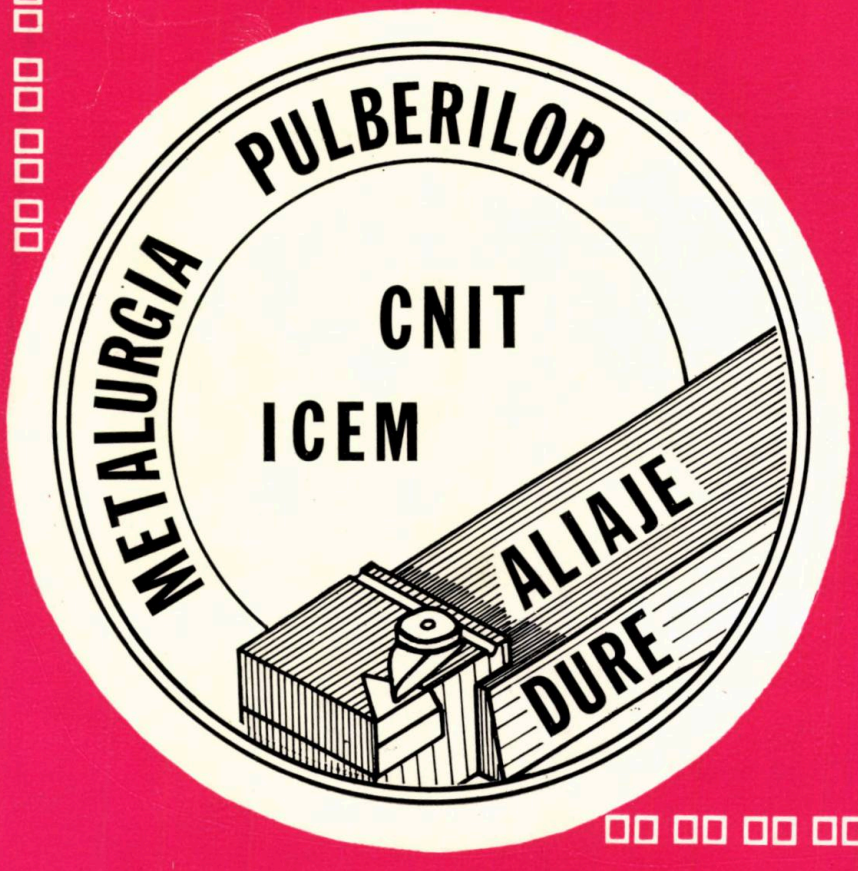
ORGANIZEAZA

IN BUCURESTI (Sala CNIT din Calea Victoriei 118 et I)

Intre 14 şi 16 iunie 1973

SIMPOZIONUL

ALIAJE DURE OBȚINUTE PRIN METALURGIA PULBERILOR
CERCETĂRI, PRODUCȚIE, UTILIZĂRI, PERSPECTIVE



Se vor prezenta referate în următoarele domenii:

- Materii prime pentru obținerea aliajelor dure
- Tehnologia elaborării aliajelor dure (materiale, repere)
- Probleme privind prelucrarea aliajelor dure
- Probleme de prelucrare prin aşchiere a metalelor
- Aspecte legate de prelucrarea prin deformare plastică a metalelor
- Metode de control
- Utilizarea aliajelor dure

METALURGIA

Anul 25 Nr. 4 Aprilie 1973

CUPRINS

STUDII ŞI CERCETĂRI

Oprescu I., Dumitraşcu P., Vîrcolacu I.şi Guţu M.: **Stabilizarea caracteristicilor fizico-chimice ale încărcăturii instalaţiei de aglomerare** . . . 161

Hătărăscu O. şi *Ţocu P.*: **Influenţa prereducerii asupra caracteristicilor fizico-chimice ale aglomeratului (I). —Cercetări de laborator** 167

Dragomir I. şi *Rusu E.*: **Execuţia unei instalaţii pentru determinarea tensiunii superficiale şi densităţii aliajelor în stare lichidă** 172

Ştirbu Cornelia şi *Ivanov Gr.*: **Contribuţii privind calculul şi optimizarea puterii utile, transmise în procesul de sudare a ţevilor prin curenţi de înaltă freevenţă.** 175

Suciu I.: **Cercetări privind îmbunătăţirea calităţii oţelurilor destinate fabricării şuruburilor şi piuliţelor prin deformare plastică la rece** 179

Zubac V.: **Metodă, instalaţie şi cercetări experimentale privind comportarea la şoc termic a unor fonte cu grafit nodular.** 183

Armeanu V. şi *Niculescu Ileana*: **Determinarea fotocolorimetrică a cuprului la depunerile electrografice ale unor aliaje pe bază de cupru.** . . 187

ACTUALITĂŢI

Iancu N.: **Manipularea materiilor prime pentru furnale la C.S.-Galaţi.** 190

Rotaru C. şi *Ciobanu A.*: **Utilizarea calculatorului Friden 5610 în conducerea producţiei turnătoriei la Uzina de pompe—Bucureşti.** . . . 193

Dragoş Z. şi *Sofronie M.*: **Aspecte actuale ale aplicării procedeului Croning în turnătorii (II).** 198

REALIZĂRI TEHNICE

Ghiţă Aurora şi *Voicu Letiţia*: **Determinarea cantitativă a bariului din modificatori şi prealiaje.** 204

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Lederer A.: **Ajustajul tablelor groase** 207

CRONICĂ 215, 224

RECENZII 215

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE 203, 206

INVENŢII 214

COMITETUL DE REDACȚIE

A. ANTONESCU, C. AVRAM, ȘT. CARDALEF, V. CHIRIȚĂ, D. COSMA, VL. DAVID, A. DIJMĂRESCU, CTIN. DRAGOMIR, I. DRĂGAN, TR. DUMITRESCU, SUZANA GĂDEA, V. GROSU, VL. HOLBAN, A. IEREMIA, B. KONCZ, P. MARCU, I. MOLDOVAN, N. MURGULEȚ, FL. OPREA, IG. PAVONI, T. SEGĂRCEANU, L. SOFRONI, CL. ȘTEFĂNESCU, I. TRIPȘA, V. VULCU

Redactor responsabil: L. SOFRONI

Șef rubrică: GEORGETA COMȘA

Tehnoredactor: LYDYA POPESCU

Revista METALURGIA, organ al Ministerului Industriei Metalurgice și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România — Redacția și administrația, București, str. Academiei 7, Sector 1. Telefon: 14.54.03. și 15.81.50/209. Revista este editată de C.D.P.T. — M.I.M. Abonamentele se primesc la administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete tehnice în contul nostru de virament: 30.05.01.00. B.N. a Republicii Socialiste România — Sector 1. M.I.M. — Centrul de documentare și publicații tehnice — București. Tarif pentru întreprinderi: lei 150 anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni, ingineri: lei 48 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul — Întreprinderea Poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25. Buc.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D. G. P. T. nr. 560/427/1969

I. P. I. c. 2535

42 406

SOMMAIRE

CD 622.341.1 :622.7 :539.4/5

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. et *Guțu M.* : **L'établissement des caractéristiques physiques et chimiques de la charge de l'installation d'agglomération.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 161–166

CD 622.7: 539. 4/.5

Hătărăscu O. et *Țocu P.* : **L'Influence de la préréduction sur les caracteristiques physiques et chimiques de l'agglomérat (I).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 167–171

CD 669.018–154 :532.612

Dragomir I. et *Rusu E.* : **L'exécution d'une installation pour la détermination de la tension superficielle et de la densité des alliages à l'état liquide.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 172–174

CD 669.14–462 :621.791

Știrbu Cornelia et *Ivanov Gr.* : **Contributions concernant le calcul et l'optimisation de la puissance utile, transmise au cours du processus de soudage des tubes par des courants de haute fréquence.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 175–178

CD 669.14.018.252.3 :539.374:621.882

Suciu I. : **Recherches concernant l'amélioration de la qualité des aciers destinés à la fabrication des vis et des écrous par déformation plastique à froid.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 179–182

CD 669.131.7 :536.21

Zubac V. : **Méthode, installation et recherches expérimentales concernant le comportement au choc thermique de certaines fontes à graphite nodulaire.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 183–186

CD 669.3: 543.432

Armeanu V. et *Niculescu Ileana* : **La détermination photo-colorimétrique du Cu dans les dépôts électrographiques de certains alliages à base de Cu.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 187–189

CD 669.162.12.14 :621.86.87

Iancu N. : **La manipulation des matières premières pour les fourneaux au Combinat sidérurgique Galatzi.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 190–192

CD 621.74 :681.32

Rotaru C. et *Ciobanu A.* : **L'utilisation du calculateur Friden 5610 dans la conduite de la production de la fonderie de l'Usine de pompes — Bucarest.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 193–197

CD 621.746

Dragoș Z. et *Sofronie M.* : **Aspects actuels de l'application du procédé Croning dans les fonderies (II).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 198–203

CD 669. 018: 669.891

Ghiță Aurora et *Voicu Letiția* : **La détermination quantitative du barium dans les modificateurs et dans les pré-alliages.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 204–206

CD 669.14–415: 621.753.2

Lederer A. : **L'ajustage des tôles épaisses.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 207–214

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 622.341.1 :622.7 :539.4/.5

Опреску И., *Думитрашку П.*, *Вырколаку И.* и *Гуцу Л.*: **Стабилизация физико-химических характеристик шихты агломерационных установок.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 161–166

ДК 622.7 :539.4 /.5

Хэтэрэску О. и *Цоку П.*: **Влияние предварительного восстановления на физико-химические характеристики агломерата.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 167–171

ДК 669.018–154: 532.612

Драгомир И. и *Русу Е.*: **Реализация установки для определения поверхностного натяжения и плотности сплавов в жидком состоянии.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 172–174

ДК 669.14–462 :621.791

Штирбу Корнелия и *Иванов Гр.*: **К расчету и оптимизации полезной мощности, передаваемой в процессесварки труб при помощи токов высокой частоты.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 175–178

ДК 669.14.018.252.3 :539.374: 621.882

Сучу И.: **Исследования, касающиеся повышения качества сталей предназначенных для производства болтов и гаек путем холодной обработки давлением.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 179–182

ДК 669.131.7 :536.21

Зубак В.: **Метод, установка и экспериментальные исследования, касающиеся поведения при термическом ударе сфероидальных чугунов.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 183–186

ДК 669.3 :543.432

Армяну В. и *Никулеску И.*: **Фотоколориметрическое определение меди при электрографических осаждениях сплавов на основе меди.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 187–189

ДК 669.162.12/.14 :621.86/.87

Янку Н.: **Перевозка сырьевых материалов для доменных печей в М. К. Галац.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 190–192

ДК 621.74 :681.32

Ротару К. и *Чобану А.*: **Применение ЭВМ Фриден 5610 для управления производством литейного цеха насосного завода в Бухаресте.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 193–197

ДК 621.746

Драгош З. и *Софроние М.*: **Современные аспекты применения способа Кронинг в литейных цехах (II).**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 198–203

ДК 669.018 :669.891

Гицэ Аурора и *Воику Летиция*: **Количественное определение бария в модификаторах и лигатурах.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 204–206

ДК 669.14–415 :621.753.2

Ледерер А.: **Отделка толстых листов.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 207–214

INHALT

DK 622.341.1:622.7:539.4/.5

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. und *Guțu M.*: **Stabilisierung der physikalischen und chemischen Kennziffern der Beschickung von Agglomerieranlagen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 161–166

DK 622.7:539.4/.5

Hătărăscu O. und *Țocu P.*: **Einfluss der Vorreduktion auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Agglomerats.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 167–171

DK 669.018–154:532.612

Dragomir I. und *Rusu E.*: **Erzeugung einer Anlage für Bestimmung der Oberflächenspannung und Dichte der Legierungen im flüssigen Zustand.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 172–174

DK 669.14–462:621.791

Știrbu Cornelia und *Ivanov Gr.*: **Beiträge zu der Berechnung und Optimisierung der im Vorgang der Rohrschweissung mit Hochfrequenzstrom übertragenen Nutzleistung.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 175–178

DK 669.14.018.252.3:539.374:621.882

Suciu I.: **Untersuchungen betreffs Qualitätsverbesserung des durch plastische Kaltdeformierung erzeugten Stahles für Schrauben und Muttern.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 179–182

DK 669.131.7:536.21

Zubac V.: **Verfahren, Anlage und Experimentaluntersuchungen betreffs Verhalten bei Wärmestoss des Kugelgraphitgusses.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 183–186

DK 669.3:543.432

Armeanu V. und *Niculescu Ileana*: **Photokolorimetrische Bestimmung von Kupfer in elektrographischen Abscheidungen von Kupferlegierungen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 187–189

DK 669.162.12/.14:621.86/.87

Iancu N.: **Rohstoffmanipulation bei den Hochöfen des Eisenhüttenwerks Galați.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 190–192

DK 621.74:681.32

Rotaru C. und *Ciobanu A.*: **Anwendung des Frieden 5610 Computers für Leitung der Giessereiproduktion im Pumpenwerk–Bukarest.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 193–197

DK 621.746

Dragoș Z. und *Sofronie M.*: **Gegenwärtige Aspekte der Anwendung des Croning-Verfahrens in Giessereien (II).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 198–203

DK 669.018:669.891

Ghiță Aurora und *Voicu Letiția*: **Quantitative Bestimmung von Barium in Modifikatoren und Vorlegierungen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 204–206

DK 669.14–415:621.753.2

Lederer A.: **Grobblechadjustierung.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 207–214

CONTENTS

DC 622.341.1 :622.7 :539.4/.5

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. and *Gufu M.* : **Stabilizing of physico-chemical characteristics in agglomeration equipment charge.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 161–166

DC 622.7 :539/4.5

Hătărăscu O. and *Țocu P.* : **Influence of pre-reduction upon physico-chemical characteristics of agglomerate.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 167–171

DC 669.018–154 :532.612

Dragomir I. and *Rusu E.* : **Building of a device for determining surface tension and density of molten alloys.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 172–174

DC 669.14–462 :621.791

Știrbu Cornelia and *Ivanov Gr.* : **Contributions to computing and optimizing transmission of useful power in H.F.C. tubewelding.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 175–178

DC 669.14.018.252.3 :539.374 : :621.882

Suciu I. : **Investigations regarding quality improvement of steels for bolts and nuts manufactured by plastic cold-deformation.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 179–182

DC 669.131.7 :536.21

Zubac V. : **Method, equipment and experimental investigations regarding heat-shock behaviour of nodular cast iron.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 183–186

DC 669.3 :543.432

Armeanu V. and *Niculescu Ileana* : **Photocolorimetric determination of Cu in electrographic depositions of copper alloys.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 186–189

DC 669.162.12/.14 :621.86/87.

Iancu N. : **Raw-material handling at the blast furnaces in Iron and Steel Plant — Galați.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 190–192

DC 621.74 :681.32

Rotaru C. and *Ciobanu A.* : **Control of foundry output by means of a Friden 5610 computer at the Pump Plant in Bucharest.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 193–197

DC 621.746

Dragoș Z. and *Sofronie M.* : **Actual aspects of using the Croning proceeding in foundries (II).**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 198–203

DC 669.018 :669.891

Ghiță Aurora and *Voicu Letiția* : **Determination of barium in modifiers and pre-alloys.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 204–206

DC 669.14–415 :621.753.2

Lederer A. : **Plate adjustment.**
Metalurgia 25 (1973), nr. 4, p. 207–214

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

METALURGIA

4

1973

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI METALURGICE ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

STUDII ŞI CERCETĂRI

Stabilizarea caracteristicilor fizico-chimice ale încărcăturii instalaţiei de aglomerare

Conf. dr. ing. I. Oprescu, prof. ing. P. Dumitraşcu, ing. I. Vîrcolacu şi ing. M. Guţu
Institutul politehnic — Bucureşti

CZ 341.1: 622.7: 539.4/5

Conducerea complexă cu calculator a procesului de aglomerare a minereurilor de fier necesită stabilizarea caracteristicilor fizico-chimice ale încărcăturii în primul rînd pentru menţinerea instalaţiei într-un regim staţionar cît mai stabil, dat fiind faptul că majoritatea modelelor matematice de conducere a procesului sînt staţionare, iar variaţia aleatoare a caracteristicilor încărcăturii reprezintă sursa principală de perturbaţii; în al doilea rînd, pentru crearea premiselor necesare obţinerii unui aglomerat cu indici de calitate (reductibilitate, rezistenţă, conţinut de fier, conţinut de oxid de fier, bazicitate) cît mai constante.

Principalele caracteristici fizico-chimice ale încărcăturii pentru aglomerare sînt următoarele: conţinuturile de fier şi carbon, conţinutul de mărunt, bazicitatea, umiditatea şi permeabilitatea. Aceste caracteristici sînt funcţie de caracteristicile fiecărui component (compoziţie chimică şi mineralogică, compoziţie şi structură granulometrică) şi de dozajul componenţilor în încărcătură.

Lucrarea are ca scop elaborarea unui model matematic pentru stabilizarea caracteristicilor încărcăturii în funcţie de cele ale componenţilor şi a unei scheme de dozare automată corespunzătoare.

Modelul şi schema de dozare sînt particularizate pentru condiţiile unei instalaţii de aglomerare de tipul celei de la C. S. Galaţi, ale cărei date de exploatare au fost colectate şi prelucrate statistic pe o perioadă de 50 de zile.

Stabilizarea caracteristicilor chimice. Se urmăreşte stabilizarea conţinuturilor de mărunt şi de combustibil şi a bazicităţii încărcăturii, în condiţiile debitului maxim de încărcătură admisă de instalaţie şi orice valori ale compoziţiei chimice a materialelor de încărcare.

Debitul total de încărcătură G_{i0} este:

$$G_m + G_c + G_{mi} + G_k = G_{i0}, \quad \text{tf/h}, \tag{1}$$

unde:

G_m, G_c, G_{mi}, G_k reprezintă cantităţile de minereu, calcar, mărunt şi cocs din încărcătură, tf/h.

Cantitatea de mărunt în încărcătură, raportată la cea de minereu, este:

$$\frac{G_{mi}}{G_m} = \left(\frac{G_{mi}}{G_m}\right)_0 = m_0 \tag{2}$$

unde:

m_0 este valoarea de referinţă a raportului mărunt/minereu în încărcătură.

Cantitatea de combustibil din încărcătură, raportată la cea de minereu, este:

$$\frac{G_k \cdot \left(1 - \frac{[Ce]_k}{100} \cdot \frac{[Al_2O_3]_{ck} + [SiO_2]_{ck} + [CaO]_{ck}}{100}\right)}{G_m} = \left(\frac{C_0}{G_m}\right)_0 = c_0 \tag{3}$$

unde:

$[Ce]_k$ reprezintă conţinutul de cenuşă al cocsului, %;

$[Al_2O_3]_{ck}$, $[SiO_2]_{ck}$, $[CaO]_{ck}$ — conţinuturile în cenuşa cocsului, %;

c_0 — valoarea de referinţă a raportului combustibil/minereu în încărcătură.

Indicele de bazicitate al încărcăturii este dat de relaţia:

$$\frac{G_m \cdot \frac{[CaO]_m}{100} + G_c \cdot \frac{[CaO]_c}{100} + G_{mi} \cdot \frac{[CaO]_{mi}}{100} + G_k \cdot \frac{[Ce]_k}{100} \cdot \frac{[CaO]_{ck}}{100}}{G_m \cdot \frac{[SiO_2]_m + [Al_2O_3]_m}{100} + G_c \cdot \frac{[SiO_2] + [Al_2O_3]_c}{100} + G_{mi} \cdot \frac{[SiO_2]_{mi} + [Al_2O_3]_{mi}}{100} + G_k \cdot \frac{[Ce]_k}{100} \cdot \frac{[SiO_2]_{ck} + [Al_2O_3]_{ck}}{100}} = B_0, \tag{4}$$

unde:

$[CaO]_{m.c.mi}$ sînt conţinuturi respectiv în minereu, calcar, mărunt, %;

$[SiO_2]_{m.c.mi}$

B_0 — valoarea de referinţă a bazicităţii încărcăturii.

Ţinînd seamă de faptul că debitul de încărcătură de referinţă G_{i0} variază direct proporţional cu produsul $v_m \times h_s$ (v_m — viteza maşinii; h_s — înălţimea stratului de încărcătură pe grătar):

$$G_{i0} = k \cdot v_m \cdot h_s \tag{5}$$

soluţiile sistemului (1—4) sînt:

$$G_m = k \cdot v_m \cdot h_s \cdot \frac{1}{1 + m_0 + \dfrac{c_0}{1 - A} + \dfrac{B - B_0 \cdot C}{B_0 \cdot [S]_c - [CaO]_c}}, \quad \text{tf/h} \tag{6}$$

$$G_c = k \cdot v_m \cdot h_s \cdot \frac{\dfrac{B - B_0 \cdot C}{B_0 \cdot [S]_c - [CaO]_c}}{1 + m_0 + \dfrac{c_0}{1 - A} + \dfrac{B - B_0 \cdot C}{B_0 \cdot [S]_c - [CaO]_c}}, \quad \text{tf/h} \tag{7}$$

$$G_{mi} = k \cdot v_m \cdot h_s \cdot \frac{m_0}{1 + m_0 + \dfrac{c_0}{1 - A} + \dfrac{B - B_0 \cdot C}{B_0 \cdot [S]_c - [CaO]_c}}, \quad \text{tf/h} \tag{8}$$

$$G_k = k \cdot v_m \cdot h_s \cdot \frac{\dfrac{c_0}{1 - A}}{1 + m_0 + \dfrac{c_0}{1 - A} + \dfrac{B - B_0 \cdot C}{B_0 \cdot [S]_c - [CaO]_c}}, \quad \text{tf/h} \tag{9}$$

în care s-a notat:

$$A = [Ce]_h \cdot [(Al_2O_3)_{ck} + [SiO_2]_{ck} + [CaO]_{ck}) \cdot 10^{-4} \tag{10}$$

$$B = [CaO]_m + m_0 \cdot [CaO]_{mi} + \frac{c_0}{1 - A} \cdot [Ce]_k \cdot [CaO]_{ck} \cdot 10^{-2} \tag{11}$$

$$C = [S]_m + m_0 \cdot [S]_{mi} + \frac{c_0}{1 - A} \cdot [Ce]_k \cdot [S]_{ck} \cdot 10^{-2} \tag{12}$$

$$[S] = [SiO_2] + [Al_2O_3] \tag{13}$$

Sistemul (5—13) constituie modelul matematic de stabilizare a caracteristicilor chimice ale încărcăturii prin dozarea corespunzătoare a componenţilor acesteia, soluţiile sistemului G_m, G_c, G_k şi G_{mi} reprezentînd valorile de referinţă ale regulatoarelor de debit din schema de dozare. Modelul permite calculul debitelor de materiale în încărcătură fie la variaţia compoziţiei chimice a acestora, fie la variaţia valorilor de referinţă G_{i0}, m_0, c_0.

Valoarea G_{i0} variază ca urmare a regimului tranzitoriu de reglare a vitezei maşinii, conform relaţiei (5). Valorile m_0 şi c_0 se stabilesc după criterii independente şi anume: echilibrarea circulaţiei măruntului, respectiv asigurarea compromisului optim, pe de o parte, între producţia de aglomerat şi consumul specific de cocs şi, pe de altă parte, între reductibilitatea şi rezistenţa aglomeratului [1], [2]. Calculul lor face obiectul unui model matematic separat [3]. Valoarea de referinţă B_0 este constantă, în funcţie de necesităţile instalaţiei.

Compoziţia chimică şi mineralogică a componenţilor încărcăturii se determină fie periodic, prin analize curente de laborator, fie continuu, prin analiză automată, uzual pe cale spectrală. În principiu cu cît frecvenţa de introducere a acestor date în model este mai mare, cu atît eficacitatea reglării este mai mare. Ca urmare, valabilitatea şi eficacitatea maximă ale modelului sînt condiţionate de analiza automată în flux a componenţilor încărcăturii.

Totuşi, această necesitate nu trebuie absolutizată, în sensul că frecvenţa de introducere a datelor în model trebuie corelată cu frecvenţa medie de variaţie aleatoare a compoziţiei chimice şi mineralogice a componenţilor încărcăturii. Astfel, este posibil ca într-o instalaţie să satisfacă analiza de laborator, luîndu-se măsuri de programare corespunzătoare a buncărelor de materiale de încărcare.

În concluzie, dinamica variaţiei compoziţiei chimice şi mineralogice a componenţilor încărcăturii decide adoptarea mijloacelor tehnice de analiză. De asemenea, gradul de pregătire a încărcăturii în parcul de omogenizare este factorul tehnologic care condiţionează frecvenţa de analiză.

Schema de dozare a încărcăturii după modelul matematic este dată în figura 1. Calculatorul (sau un subansamblu al acestuia) primeşte valoarea de referinţă B_0 constantă, introdusă manual, şi valorile de referinţă c_0 şi m_0 variabile introduse de un alt subansamblu de calcul pentru echilibrarea circulaţiei măruntului.

Compoziţiile chimice şi mineralogice ale minereului, calcarului, cocsului şi măruntului sînt introduse fie manual (analiză de laborator), fie automat (analiză continuă în flux pe cale spectrală în buncăre, la dozatoare sau pe transportoarele cu bandă). Valorile v_m şi h_s sînt măsurate continuu de traductoarele buclelor de reglare respective.

Valorile (6—9) sînt valori de referinţă pentru regulatoarele dozatoarelor şi anume:

G_{m0}, pentru regulatorul R_1 de debit de minereu; G_{c0}, pentru regulatorul R_2 de debit de calcar; G_{k0}, pentru regulatorul de debit de cocs; G_{mi0}, pentru regulatorul de debit total de mărunt (cald și rece).

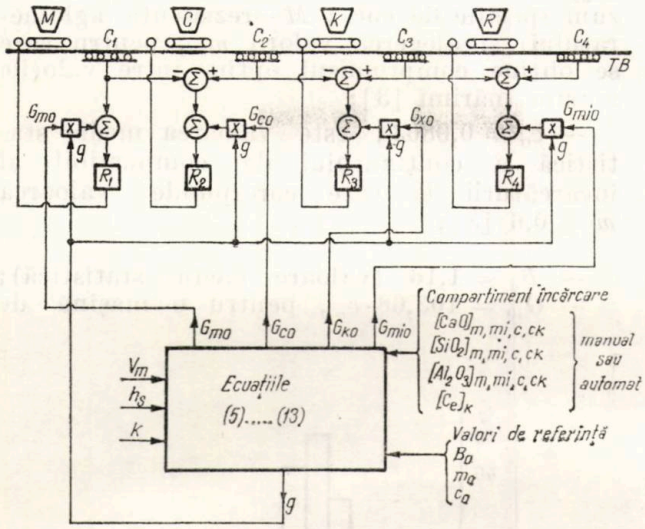


Fig. 1. Schema de dozare a încărcăturii conform modelului matematic:

M – minereu; C – calcar; K – cocs; R – mărunt; C_1, C_4 – cintare în flux; TB – transportor cu bandă.

Dacă variază viteza mașinii v_m sau înălțimea stratului h_s cu relația (5) se calculează noua valoare G_{i0} (vechea valoare G'_{i0}), corectîndu-se valorile de referință ale fiecărui regulator cu raportul:

$$g = \frac{G_{i0}}{G'_{i0}} \qquad (14)$$

Tabela 1

Componentul	Compoziția, %				
	Fe	S	CaO	SiO_2	Al_2O_3
Minereu	53,56	—	2,823	12,499	1,60
Calcar	—	—	52,002	1,01	0,27
Cocs (cenușă)	—	—	5,0	40,0	24,0
Mărunt	48,35	—	15,07	12,61	—

Tabela 2

Parametrul	Valoarea			Abaterea medie pătratică	Eroarea medie absolută
	Minimă	Maximă	Medie		
$[Fe]_m$, %	49,26	58,99	53,56	1,721	1,377
$[CaO]_m$, %	0,28	5,98	2,823	1,489	1,191
$[SiO_2]_m$, %	11,23	16,84	12,499	1,198	0,958
$[CaO]_c$, %	47,42	53,99	52,009	1,559	1,247
$[SiO_2]_c$, %	0,70	2,30	1,01	0,468	0,374
$[Fe]_{mi}$, %	45,10	49,87	48,35	0,738	0,590
$[CaO]_{mi}$, %	13,30	18,60	15,07	0,739	0,5913
$[SiO_2]_{mi}$, %	11,35	17,15	12,61	0,560	0,448

Particularizarea și verificarea preliminară a modelului. Modelul elaborat a fost verificat în primă aproximație pe instalația de aglomerare de la Combinatul siderurgic — Galați. Prelucrarea statistică a datelor referitoare la

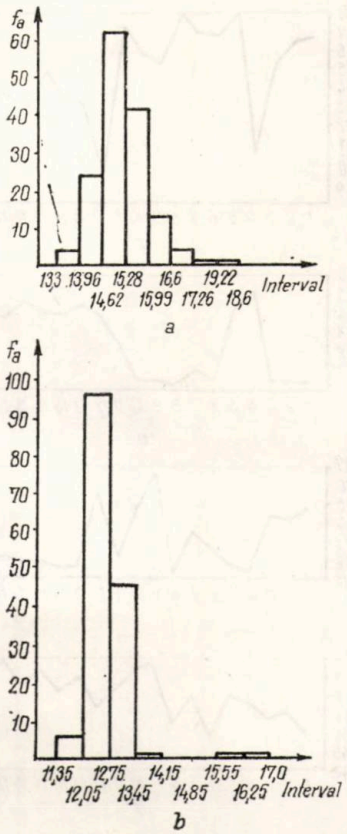


Fig. 2. Histogramele conținuturilor de CaO (a) și SiO_2(b) în măruntul de retur.

compoziția încărcăturii a dus la rezultatele din tabelele 1 și 2 și la repartiția normală a frecvențelor conform histogramelor exemplificate în figura 2.

În ceea ce privește variația compoziției chimice și mineralogice a componenților încărcăturii, diagramele din figura 3 pun în evidență o variație aleatoare relativ importantă, în special pentru minereu, calcar și măruntul de retur, evidențiată și de datele din tabela 2. Caracteristicile cocsului sînt mult mai constante, prezentînd variații în general mici ca amplitudine și frecvență. Aceste variații ale compoziției componenților încărcăturii se traduc în variații aleatoare ale caracteristicilor fizico-chimice ale acesteia dacă dozarea nu se efectuează după modelul matematic și se regăsesc, în final, în caracteristicile aglomeratului. Într-adevăr, conținuturile de Fe, FeO, rezistența și bazicitatea aglomeratului prezintă variații aleatoare importante și în limite largi, puse în evidență de datele din tabela 3 și diagramele din figurile 4 și 5.

Studiul dinamicii de variaţie a compoziţiei chimice a materialelor de încărcare s-a efectuat pe probe luate din două în două ore, în mai multe perioade, de la dozatoarele buncărelor respective. S-a constatat că frecvenţa

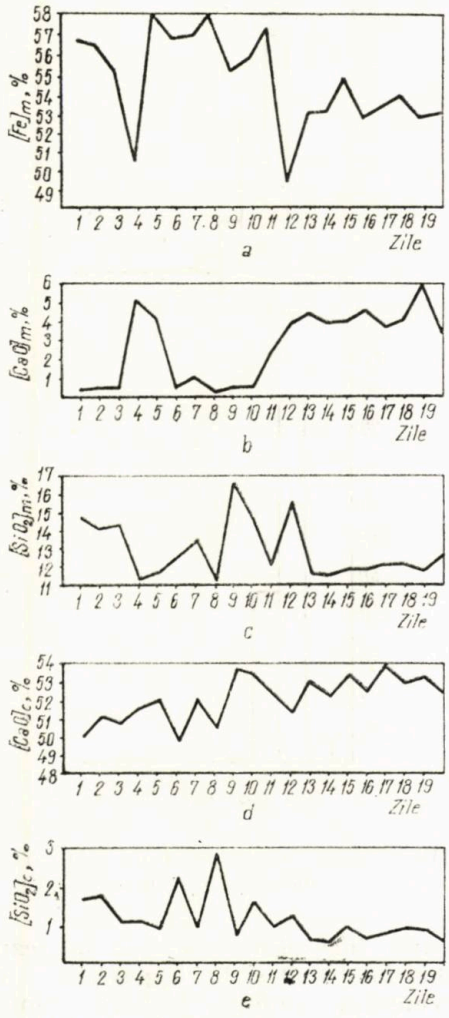


Fig. 3. Variaţiile în timp ale compoziţiei minereului şi calcarului:
a – $[Fe]_m$; b – $[CaO]_m$; c – $[SiO_2]_m$; d – $[CaO]_c$; e – $[SiO_2]_c$.

medie la care apar variaţii importante este mai mică decît frecvenţa posibilă de analiză de laborator, ceea ce permite introducerea manuală a datelor în model.

Tabela 3

Parametrul	Valoarea			Abaterea medie pătratică	Eroarea medie absolută
	Minimă	Maximă	Medie		
Fe_a, %	45,10	49,87	48,34	0,738	0,590
FeO_a, %	6,40	13,65	9,09	1,1796	0,943
Bazicitate, %	1,04	1,38	1,20	0,0596	0,047
Rezistenţă, %	16,5	22,5	18,61	0,9825	0,786

Particularizarea modelului se face pentru următoarele valori de referinţă:

— $m_0 = m_{opt} = 0{,}6$; valoarea m_{opt} s-a stabilit prin determinarea prin analiză de corelaţie şi regresie a variaţiilor $G_{ab}(m)$, $q_k(m)$, $M(m)$ (G_{ab} — producţia de aglomerat bun; q_k — consum specific de cocs; M — rezistenţa aglomeratului) şi alegerea valorii m_{opt} pentru care se obţine compromisul optim între valorile acestor mărimi [3];

— $\bar{c}_0 = 0{,}0863$; este valoarea medie statistică a conţinutului de combustibil al încărcăturii la care corespunde valoarea $m = 0{,}6$ [3];

— $B_0 = 1{,}16$ (valoare medie statistică);
— $G_{i0} = 103{,}68 \cdot v_m$, pentru o maşină de

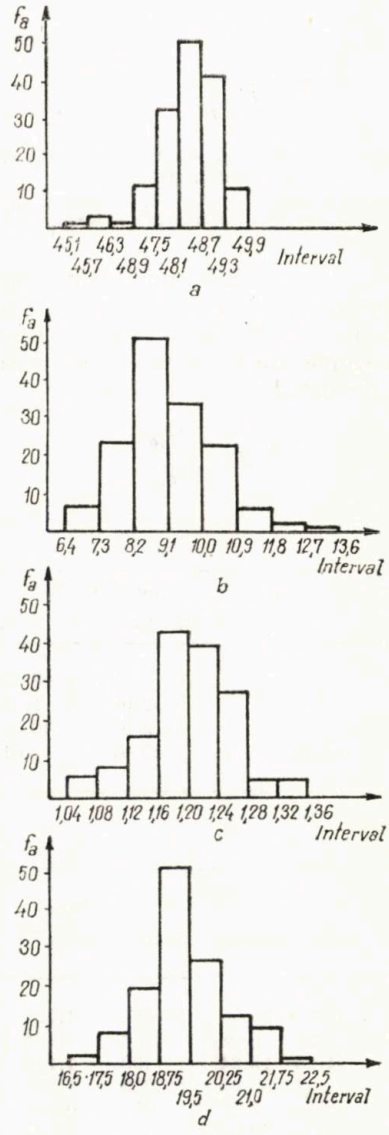


Fig. 4. Histogramele indicilor de calitate a aglomeratului şi calcarului: a — $[Fe]_a$; b — $[FeO]_a$; c — bazicitatea B_a; d — rezistenţa M (la toba Micum).

aglomerare, în condiţiile menţinerii constante a înălţimii stratului $h_s = 400$ mm; constanta $k = 103{,}68$ s-a stabilit prin determinarea prin analiză de corelaţie şi regresie a dependenţei $G_i(v_m)$.

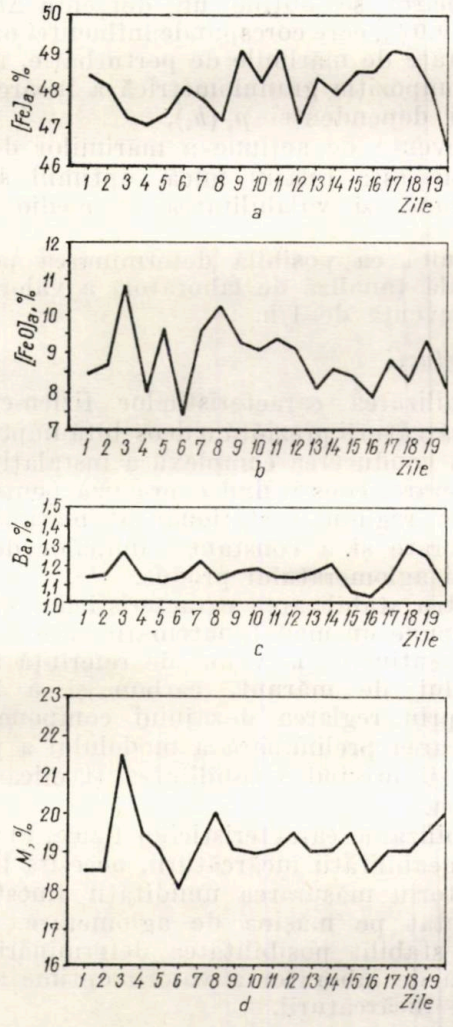


Fig. 5. Variaţiile în timp ale indicilor de calitate a aglomeratului:

a – $[Fe]_a$; *b* – $[FeO]_a$; *c* – B_a; *d* – *M*.

Aplicînd modelul (5 – 13) în condiţiile valorilor de referinţă de mai sus, la viteza medie statistică a maşinii de aglomerare $\overline{v}_m = 3{,}56$ m/min şi cu compoziţia medie statistică a materialelor de încărcare, rezultă următoarele valori medii de referinţă la regulatoarele de debite de materiale: $\overline{G}_{m0} = 190$ tf/h; $\overline{G}_{c0} = 47{,}3$ tf/h; $\overline{G}_{mi0} = 114$ tf/h; $\overline{G}_{k0} = 17{,}8$ tf/h.

Rezultă o încărcătură cu o componenţă normală, cu care lucrează majoritatea instalaţiilor similare, ceea ce atestă în primă instanţă valabilitatea modelului.

Influenţa reglării dozajelor de materiale de încărcare, conform modelului, asupra caracteristicilor aglomeratului produs, urmează a se verifica prin conducere off-line a instalaţiei pe baza modelului stabilit.

Stabilizarea caracteristicilor fizice. Caracteristica fizică cea mai importantă şi, în acelaşi timp, cea mai complexă a încărcăturii de aglomerare este permeabilitatea. Acest parametru trebuie stabilizat la valoarea maximă, pentru a asigura viteza maximă de aglomerare şi, deci, productivitatea maximă a instalaţiei.

Permeabilitatea încărcăturii este funcţie în principal de componenţa acesteia, de compoziţia şi structura granulometrică şi de umiditate. Dozajul componenţilor, reglat de modelul de stabilizare a compoziţiei chimice, şi compoziţia granulometrică, dificil de stabilizat chiar în condiţiile unei pregătiri riguroase a încărcăturii, constituie mărimi de perturbaţie pentru caracteristica statică permeabilitate — umiditate.

Această caracteristică este o curbă cu maxim, de pe care se poate determina valoarea optimă a umidităţii h_{iopt} pentru care permeabilitatea p_i este maximă, concomitent cu asigurarea unei valori aproape maxime a rezistenţei aglomeratului (fig. 6). Celelalte caracteristici ale încărcăturii acţionează ca mărimi de perturbaţie, modificînd poziţia caracteristicii statice [4].

Reglarea permeabilităţii trebuie deci să se bazeze obligatoriu pe măsurarea umidităţii încărcăturii alimentate pe maşina de aglomerare; simpla dozare a apei în tobele de amestec nu poate asigura permeabilitatea maximă, datorită variaţiei aleatoare a umidităţii componenţilor încărcăturii.

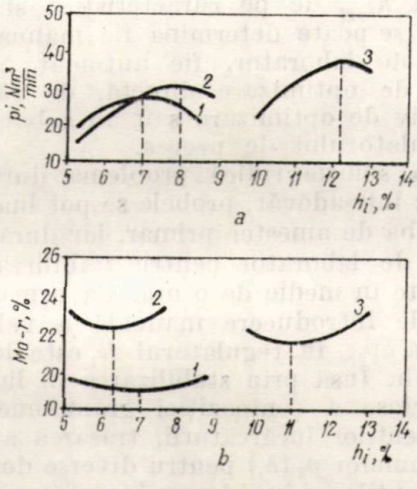


Fig. 6. Variaţia permeabilităţii încărcăturii p_i (*a*) şi a rezistenţei aglomeratului produs *M*(*b*) cu umiditatea încărcăturii h_i: *1,2,3* – caracteristici statice în diferite condiţii de perturbaţii (compoziţia mineralogică şi granulaţia, dozajul încărcăturii etc.).

Schema de reglare care asigură precizia cea mai bună a permeabilității este de tipul celei din figura 7, în care regulatorul R_1 de umiditate lucrează în cascadă cu regulatorul R_2 de debit de apă în toba de amestec secundar.

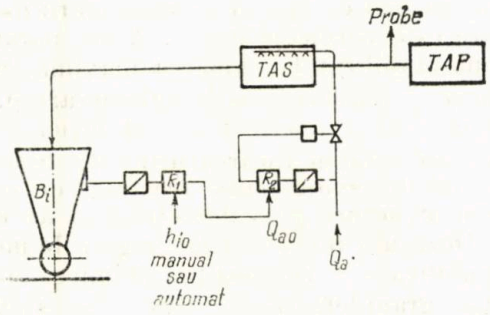


Fig. 7. Schema de principiu a reglării permeabilității încărcăturii:

B_i – buncăr de încărcătură; *TAS* – tobă de amestec secundar; *TAP* – tobă de amestec primar.

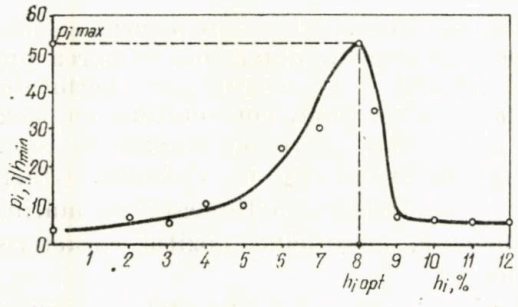


Fig. 8

Măsurarea umidității se efectuează uzual cu sonde cu neutroni [5] fie în buncărul de încărcătură, fie chiar pe mașina de aglomerare.

Valoarea de referință a regulatorului R_1 este valoarea $h_{i\,opt}$ de pe caracteristica statică p_i (h_i). Ea se poate determina fie manual, prin analiză de laborator, fie automat, printr-o tactică de optimizare directă, de către un dispozitiv de optimizare sau un subansamblu al calculatorului de proces.

Prima soluție ridică problema duratei de analiză; într-adevăr, probele se pot lua numai după toba de amestec primar, iar durata unei analize de laborator pentru stabilirea valorii $h_{i\,opt}$ este în medie de o oră. Ca urmare frecvența de introducere manuală a valorii de referință $h_{i\,opt}$ în regulatorul R_1 este de maximum 1/h. Însă prin stabilizarea în limite cît mai strînse a compoziției granulometrice a componenților încărcăturii, trasarea apriorică a diagramelor p_i (h_i) pentru diverse dozaje ale componenților și încadrarea încărcăturii, ori de cîte ori se schimbă dozajul, într-una din situațiile studiate, se obține o metodă mai operativă de determinare a valorii de referință a regulatorului R_1.

Soluția analizei automate ridică problema măsurării automate a permeabilității încărcăturii fie în buncărul de încărcătură, fie chiar pe grătarul mașinii. Metodele puse la punct pînă în prezent [6], [7] nu au încă o largă aplicare industrială.

Pentru instalația de la C.S. Galați, curba medie de variație a permeabilității încărcăturii cu umiditatea (fig. 8) indică $h_{i\,opt} = 8\%$. Pentru diferite încărcături (probe luate la întîmplare) se obține un domeniu $\Delta h_{i\,opt} = 6{,}8 \ldots 9{,}0\%$, care corespunde influenței maxime exercitate de mărimile de perturbație, în special compoziția granulometrică a încărcăturii, asupra dependenței p_i (h_i).

Frecvența de acțiune a mărimilor de perturbație este relativ mică, optimul stabilit menținîndu-și valabilitatea în medie cîteva ore.

Rezultă ca posibilă determinarea pe cale manuală (analiză de laborator) a valorii $h_{i\,opt}$ cu frecvență de 1/h.

Concluzii

Stabilizarea caracteristicilor fizico-chimice ale încărcăturii prezintă o deosebită importanță pentru conducerea complexă a instalațiilor de aglomerare, constituind o premiză pentru asigurarea regimului staționar al mașinilor de aglomerare și a constanței indicilor de calitate ai aglomeratului produs.

Pentru stabilizarea caracteristicilor chimice se propune un model matematic care să realizeze menținerea la valori de referință a conținutului de mărunt, carbon și a bazicității prin reglarea dozajului componenților. Verificarea preliminară a modelului a permis concluzii privind valabilitatea și eficacitatea acestuia.

Stabilizarea caracteristicilor fizice, în esență a permeabilității încărcăturii, necesită în mod obligatoriu măsurarea umidității amestecului alimentat pe mașina de aglomerare.

S-a stabilit posibilitatea determinării prin analiză de laborator a valorii optime a umidității încărcăturii.

BIBLIOGRAFIE

[1] Boucrat M. și Rochas R. *L'agglomération sur grille des minerais de fer.* Revue de Métallurgie, nr. 12, p. 835–844.

[2] Dumitrașcu P., Oprescu I., Vîrcolacu I. și Guțu M. *Analiza procesului de aglomerare în vederea conducerii complexe cu model matematic.* Studii și cercetări de metalurgie, nr. 2, 1972, p. 115–125.

[3] Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. și Guțu M. *Conducerea complexă a instalației de aglomerare în vederea obținerii producției maxime.* Metalurgia, nr. 1–2, 1973, p. 1–6.

[4] Luckers J., Meunier G., Van den Hore C., Maertens P. și Herman A. *Régulation automatique continue de la qualité d'un aggloméré sur une bande industrielle.* Journées Internationales de Sidérurgie. Luxemburg, 1970, p. 1–11.

[5] Fischley J. *Continous Moisture Measurement and Control.* Journées Internationales de Sidérurgie. Luxemburg, 1970, p. 63–70.

[6] Meunier G. *Continous Measurement of the Permeability of a Sinter Mix.* Metallurgical Reports CNRM, nr. 9, 1969, p. 11–16.

[7] Bachet C. IRSID Ri – SG/M, nr. 2, 1962.

Ing. O. Hătărăscu şi Ing P. Ţocu
Institutul de cercetări metalurgice — Bucureşti

Influenţa prereducerii asupra caracteristicilor fizico—chimice ale aglomeratului (I).

Cercetări de laborator

CZ 622.7 :539.4/5

Reducerea consumului de cocs la elaborarea fontei în furnal constituie pe plan mondial şi în special pentru R.S. România una din problemele cele mai arzătoare ale industriei siderurgice. Alături de alte procedee moderne care urmăresc în final micşorarea consumului specific de cocs s-a experimentat în furnale de diferite capacităţi şi folosirea materialelor prereduse (minereuri în bucăţi, pelete sau aglomerat). Rezultatele obţinute în urma acestor experimentări au arătat o scădere substanţială a consumului specific de cocs, în paralel cu creşterea productivităţii furnalului. Pentru ca procedeul să fie eficient din punct de vedere economic este necesar ca totalitatea cheltuielilor pentru obţinerea materialului preredus să fie cel puţin compensate de economiile rezultate de pe urma reducerii consumului specific de cocs şi a creşterii productivităţii furnalului.

Cheltuielile pentru prereducere depind, în cea mai mare măsură, de procedeul după care se face această operaţie. În prezent se află în funcţiune numeroase instalaţii pentru fabricarea materialelor prereduse care, din punct de vedere tehnologic, diferă foarte mult între ele. Alături de acest considerent nu trebuie neglijată influenţa prereducerii asupra calităţii fizice a materiei prime folosite. Pentru furnal, condiţiile locale sînt acelea care decid asupra economicităţii procedeului de prereducere şi a utilizării materialelor prereduse în încărcătură.

În comparaţie cu fabricarea buretelui de fier sau a peletelor prereduse, cercetările pentru prereducerea aglomeratului în aceeaşi instalaţie unde are loc aglomerarea sau în instalaţii separate sînt mai puţin numeroase. Există procedee puse la punct în fază semiindustrială, care lucrează în flux continuu, folosind ca agregat principal fie cuptorul rotativ, fie banda metalică cu lanţ. S-au făcut şi experimentări de utilizare a aglomeratului preredus în furnal (Japonia).

Pornind de la cercetările anterioare făcute la ICEM, pentru producerea buretelui de fier, în lucrare sînt arătate rezultatele experimentărilor efectuate, cu privire la obţinerea aglomeratului preredus. Cercetările au fost efectuate atît în laborator, cît şi în fază pilot. În faza de laborator cercetările au urmărit în principal influenţa temperaturii asupra procesului de reducere cu hidrogen, monoxid de carbon sau cu gaze rezultate din conversia metanului cu bioxid de carbon. De asemenea, s-a cercetat influenţa gradului de reducere asupra proprietăţilor fizice şi structurii mineralogice a aglomeratului. Încercările de laborator au fost verificate în fază pilot la instalaţia experimentală de la ICEM, de reducerea directă în cuptor cu cuvă.

În final s-au făcut estimări economice privind utilizarea aglomeratului preredus în încărcătura furnalului.

La experimentările efectuate atît în fază laborator, cît şi pilot s-a utilizat aglomerat autofondant fabricat la Combinatul siderurgic — Hunedoara, avînd caracteristicile fizico-chimice medii indicate în tabela 1.

Instalaţia de laborator utilizată la aceste experimentări este prezentată în figura 1. Ea se compune din trei părţi: una pentru conversia gazului metan cu bioxid de carbon sau aer, una pentru producerea monoxidului de carbon şi instalaţia propriu-zisă, pentru reducerea aglomeratului. Această instalaţie mai cuprinde o butelie de hidrogen tehnic pur, pentru reducere, şi o butelie de azot tehnic pur, pentru purjare.

Gazul metan de la reţea şi bioxidul de carbon tehnic pur din butelia *1* sînt dozate cu ajutorul debitmetrelor *2*, respectiv *2'* la raportul volumetric de 1 :1, introduse în amestecătorul *4* şi apoi în cuptorul de conversie *5*. Cuptorul *5* este, ca şi cuptoarele celelalte ale

Tabela 1

Compoziţia chimică, %	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	FeO	Fe	S
	10,87	2,64	11,18	2,40	1,30	14,55	51,48	0,04

Compoziţia granulometrică	mm	−5	5—8	8—10	10—20	20—30	+30
	fracţia, %	4,4	22,8	20,3	43,6	7,4	1,5
Rezistenţa mecanică la tobă (−5 mm), %		12,3					

instalației *5'*, respectiv *5''*, de tip tubular, cu bare de silită și cu reglare automată a temperaturii. În cuptorul de conversie *5* se găsește un tub din oțel refractar care conține în zona centrală catalizatori pe bază de nichel *6*, iar pe probe de analiză prelevate de la ștuțul *19*. Gazele rezultate după reducere sînt arse la ieșirea din retortă.

Determinările s-au efectuat pe probe de aglomerat de 1 kg greutate și de granulație 5—20 mm.

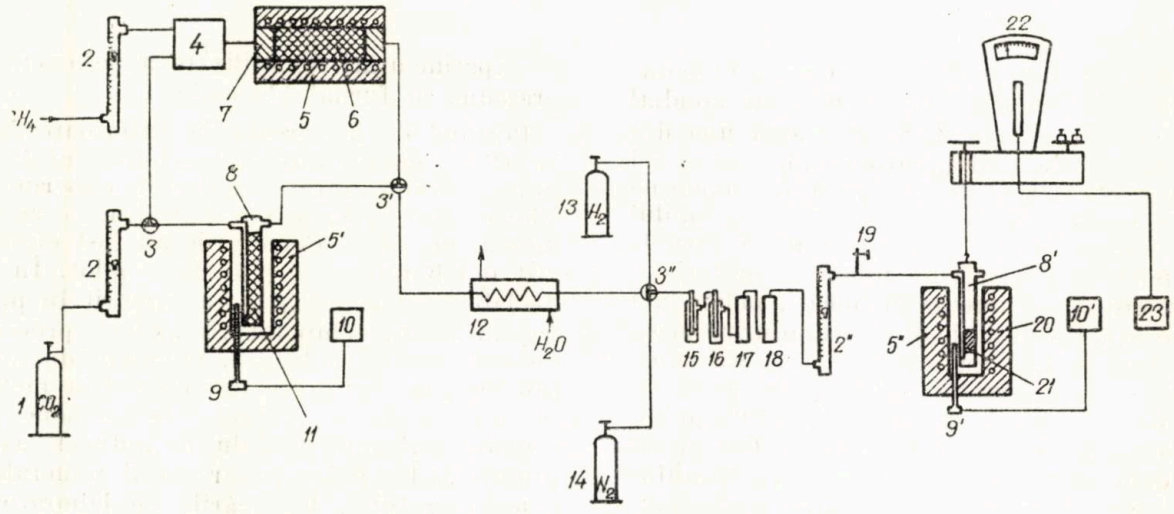


Fig. 1. Schema instalației de laborator pentru reducerea aglomeratului:

1 — butelie de CO_2; *2,2',2''* — debitmetre; *3,3', 3''* — robinete cu trei căi; *4* — amestecător; *5,5', 5''* — cuptoare electrice; *6* — catalizatori de nichel; *7* — inele Rasching; *8,8'* — retorte metalice; *9,9'* — termocuple; *10,10'* — termoregulatoare; *11* — mangal; *12* — vas răcitor; *13* — butelie de H_2; *14* — butelie de N_2; *15,16* — vase spălătoare cu H_2SO_4; *17, 18* — vase absorbante cu $CaCl_2$; *19* — ștuț pentru prelevarea probelor de gaz; *20* — proba de aglomerat; *21* — sită suport; *22* — balanță; *23* — compensograf înregistrator.

la extremități inele Rasching *7*. În acest cuptor se produce gazul reducător conform reacției:

$$CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$$

În tot cursul experimentărilor, temperatura de conversie a fost menținută constantă la 920°C. Compoziția chimică a gazului reducător obținut a oscilat foarte aproape în jurul următoarelor valori medii: 48,2% CO; 48,4% H_2; 2,0% CH_4; 1,2% CO_2 și 0,2% O_2.

Monoxidul de carbon a fost obținut prin trecerea unui curent de CO_2 printr-o retortă cu mangal *11*, încălzită la temperatura de 1 000°C în cuptorul *5'*. S-a obținut astfel un gaz reducător conținînd circa 95% CO.

Gazul reducător este trecut apoi prin vasul răcitor *12*, prin vasele spălătoare cu acid sulfuric *15* și *16* și vasele de absorbție cu clorură de calciu *17* și *18* și prin debitmetrul *2''*, intrînd apoi în instalația de reducere. Această instalație este de tip balanță termică, înregistrînd scăderea în greutate a probei de aglomerat, ca urmare a reducerii cu hidrogen sau monoxid de carbon a oxizilor de fier din probă. Retorta metalică *8'*, conținînd proba de aglomerat *20*, este purjată cu azot circa 15 min și apoi introdusă în cuptorul *5''*. După atingerea temperaturii de lucru prestabilită se dă drumul la gazul reducător al cărui debit este controlat cu ajutorul debitmetrului *2''*, iar compoziția lui chimică se determină după reducere.

După reducere, aglomeratul a fost analizat din punct de vedere chimic și mineralogic și i s-a determinat rezistența mecanică.

Analiza mineralogică a aglomeratului s-a efectuat pe probe obținute prin sfărîmarea materialului la dimensiunea 5—8 mm, sfertuire și înglobare cu diferite rășini a mai multor granule în aceeași probă. Din aceste probe s-au executat secțiuni subțiri înglobate cu balsam de Canada (pentru analiza prin transparență) și secțiuni lustruite înglobate cu Dentacryl (pentru analiza prin reflexie).

Rezistența mecanică s-a determinat la o tobă Micum de tip redus (500 mm diametru, 200 mm lungime, 45 rot/min), în care s-au introdus cîte 500 g aglomerat de granulație 8—20 mm. Durata determinării este de 10 min. Indicele de rezistență al determinării îl reprezintă fracția + 5 mm, valorile ei fiind cuprinse între 50 și 90%.

Cercetările de laborator au urmărit să stabilească influența temperaturii de reducere și a compoziției gazului reducător asupra vitezei de reducere și caracteristicile aglomeratului redus.

În încercări anterioare [1], [2], [3] s-a stabilit debitul de lucru cu gaz reducător convertit, la valoarea de 400 l/h, și acest debit a fost menținut constant la toate experimentările. Pentru debite mai mici, viteza de reducere scade mult și durata determinărilor crește la peste 4—5 h. La debite de peste 400 l/h, aglomeratul se reduce cu o viteză prea mare,

făcînd dificilă înregistrarea precisă a gradului de reducere şi nediferenţiind suficient probele. Acestui debit stabilit îi corespunde o viteză a gazului prin retorta de reducere de circa 4,0 cm/s, ceea ce corespunde vitezelor

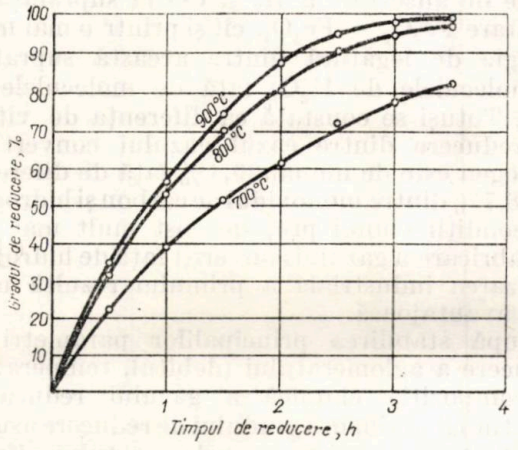


Fig. 2. Curbele de reducere ale aglomeratului autofondant, pentru diferite temperaturi.

optime stabilite de G. Meier [4]. Cu acelaşi debit s-au efectuat şi experimentările de reducere cu hidrogen şi cu monoxid de carbon.

S-au studiat, în continuare, vitezele de reducere ale aglomeratului cu gaz convertit, pentru temperaturile de 700, 800 şi 900°C. Desfăşurarea în timp a procesului de reducere pentru aceste temperaturi este prezentată în figura 2. Se constată că după 3h 30′, pentru 900°C, reducerea aglomeratului este aproape completă (99,4%) pentru 800°C, aglomeratul avînd un grad de reducere foarte apropiat (97,1%). La 700°C însă, după 3h 30′, aglomeratul are un grad de reducere de numai 86,6% la care viteza de reducere scade practic la 0. La această temperatură reacţiile de reducere a FeO sînt mult încetinite de mărirea gradului de adsorbţie a moleculelor de CO_2 şi H_2O, rezultate în urma reducerii faţă de fierul metalic şi oxizii lui. La creşterea concentraţiei fazei noi (fierul metalic) la valori apropiate de unitate intervine şi micşorarea microporozităţii granulei de aglomerat, datorită structurii mai compacte a feritei în raport cu wustita. În această ultimă situaţie, gazul reducător pătrunde foarte greu pînă la suprafaţa de reacţie ferito-wustită şi adsorbţia lui este mult îngreuiată de lipsa de desorbţie a moleculelor gazelor rezultate în urma reducerii; în consecinţă viteza procesului scade pînă la încetarea practică a reacţiei de reducere, oxigenul din oxizii de fier ai aglomeratului nu mai poate fi complet eliminat, iar în masa de ferită rămîn înglobate insule de wustită. În figura 3 sînt prezentate microstructurile a trei probe de aglomerat de aceeaşi compoziţie chimică, reduse în condiţii identice, însă la temperaturi diferite : *a*—la 700° C ; *b* — la 800°C ; *c* — la 900°C. Se observă că după acelaşi timp de reducere (3h 30′),

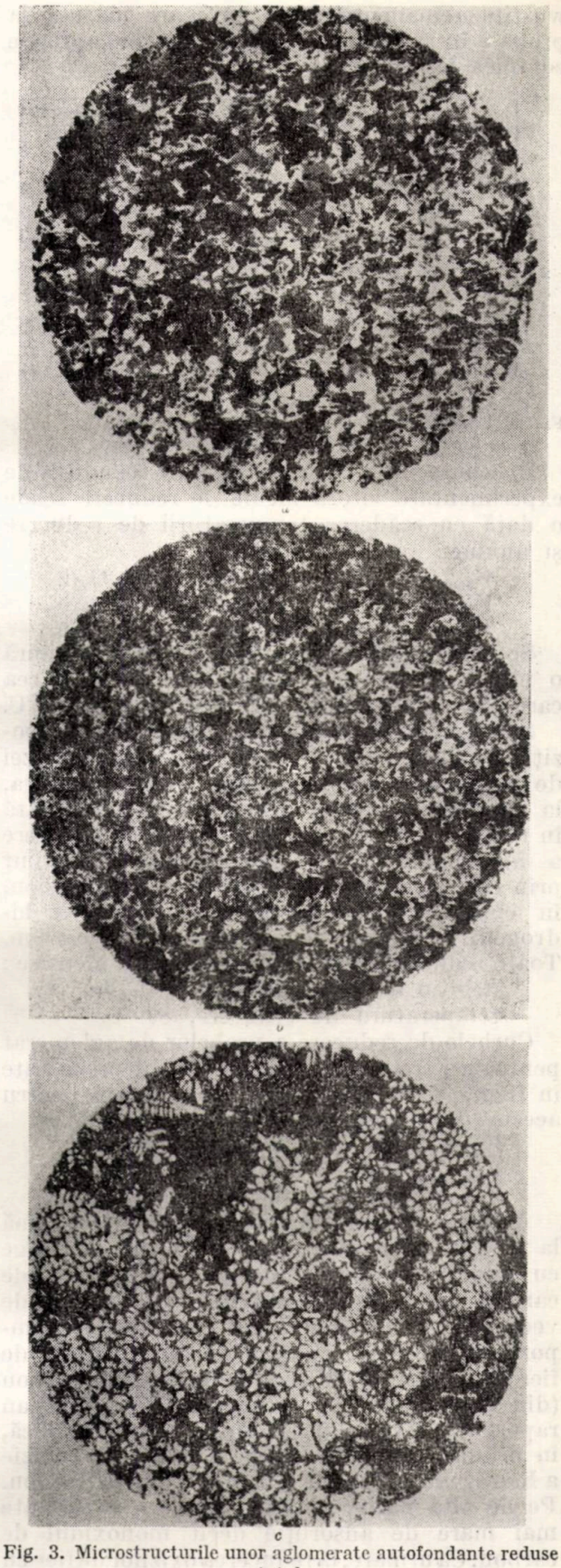


Fig. 3. Microstructurile unor aglomerate autofondante reduse total :
a — la 700°C; *b* — la 800°C; *c* — la 900°C; lumină reflectată; ×100; alb-ferită; cenuşiu-magnetită, wustită; negru-silicaţi.

wustita remanentă scade în mare măsură la proba *b* în raport cu proba *a*, dispărînd aproape complet la proba *c*.

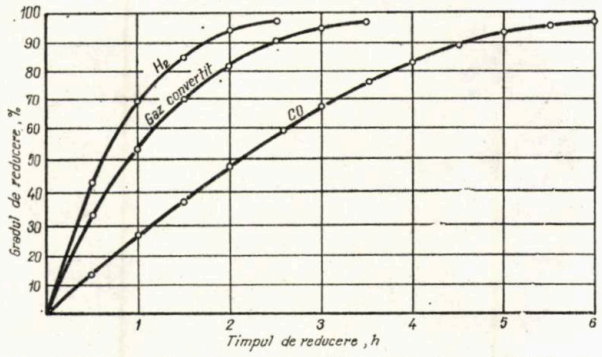


Fig. 4. Curbele de reducere la 800°C ale aglomeratului autofondant pentru diferite gaze reducătoare.

În consecință, pentru aceleași condiții de experimentare viteza medie de reducere scade o dată cu scăderea temperaturii de reducere și anume :

V_{900} = 62,52 g O_2/h sau 28,4% O_2/h
V_{800} = 61,11 g O_2/h sau 27,8% O_2/h
V_{700} = 48,00 g O_2/h sau 24,8% O_2/h

Se observă că temperatura de 800°C asigură o viteză de reducere foarte apropiată de cea care se realizează la temperatura de 900°C.

S-a studiat, în continuare, influența compoziției chimice a gazului reducător asupra vitezei de reducere a aglomeratului. Pentru aceasta, la instalația a cărei schemă este prezentată în figura 1, s-au făcut experimentări de reducere a aglomeratului cu gaz reducător obținut prin conversia metanului cu bioxid de carbon, în comparație cu reduceri efectuate cu hidrogen, respectiv cu monoxid de carbon. Toate reducerile s-au făcut în condiții identice :

— debitul de gaz reducător, 400 l/h ;
— temperatura de reducere, 800°C.

Curbele de reducere a probelor de aglomerat pentru cei trei agenți reducători sînt prezentate în figura 4. Vitezele medii de reducere pentru aceste determinări au fost următoarele :

V_{H_2} = 86,45 g O_2/h sau 39,2% O_2/h
$V_{gaz\ conv.}$ = 61,11 g O_2/h sau 27,7% O_2/h
V_{CO} = 35,65 g O_2/h sau 16,2% O_2/h

Analiza termodinamică dovedește că pînă la 810°C reducerea oxizilor de fier decurge cu viteză mai mare în cazul monoxidului de carbon decît al hidrogenului. Din punct de vedere cinetic însă, cei doi reducători se comportă în alt mod. Hidrogenul reduce oxizii de fier mult mai repede decît monoxidul de carbon (din experimentările prezentate a rezultat un raport $V_{H_2} : V_{CO} = 2,42$). Acest lucru se explică, în primul rînd, prin viteza mai mare de difuzie a hidrogenului față de a monoxidului de carbon. Pe de altă parte, hidrogenul are o capacitate mai mare de adsorbție decît monoxidul de carbon. Ca urmare, la reducerea oxizilor de fier cu amestec de H_2 și CO, viteza procesului scade cu creșterea conținutului de CO în faza gazoasă.

În cazul reducerii aglomeratului, în a cărui constituție mineralogică predomină magnetita, acțiunea de frînare a CO este mai puternică decît în cazul reducerii unui minereu hematitic, datorită unei diferențe mai mici între capacitățile de adsorbție a H_2 și CO la suprafața de separare Fe_2O_3 — Fe_3O_4, cît și printr-o mai mare energie de legătură dintre această suprafață și moleculele de H_2O, față de moleculele de CO_2. Totuși se constată că diferența de viteză de reducere dintre cazul gazului convertit și hidrogen este de numai 29,4% față de diferența de 58,7% dintre monoxidul de carbon și hidrogen. În condițiile unui preț de cost mult mai mic de fabricare a gazului convertit față de hidrogen, utilizarea industrială a primului rezultă mult mai avantajoasă.

După stabilirea principalilor parametri de reducere a aglomeratului (debitul, temperatura și compoziția chimică a gazului reducător) s-a studiat influența gradului de reducere asupra rezistenței mecanice a aglomeratului Experimentările de reducere a aglomeratului s-au făcut cu gaz convertit (48,2% CO ; 48,4% H_2), cu un debit de 400 l/h și la temperatura de 800°C. Rezultatele obținute sînt prezentate în figura 5. Se constată că la începutul procesului de reducere (grad de reducere 10—20%), rezistența mecanică a aglomeratului scade foarte mult, de la 87,7% (aglomerat de referință, neredus) la 51—52%, crescînd apoi treptat o dată cu mărirea gradului de reducere, fără a atinge însă rezistența inițială (rezistența aglomeratului redus la 99,2% este de 83,2%). Din studiul mineralogic al probelor de aglomerat redus în diferite proporții s-au constatat următoarele :

— La începutul procesului de încălzire și reducere, rezistența mecanică a aglomeratului scade brusc, ca urmare a măririi tensiunilor interne din structura aglomeratului. Aceste tensiuni sînt de două feluri :

— fazice, condiționate de modificarea volumului în urma transformărilor polimorfe produse la încălzire, ale ortosilicatului de calciu ;

— interfazice, provocate de diferența dintre coeficienții de dilatare termică a mineralelor și fazelor sticloase care intră în componența aglomeratului, pe de o parte, și germenii fazei noi apărute (ferita), pe de altă parte. Acești

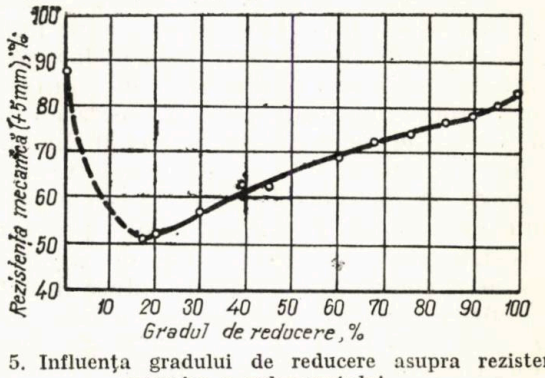


Fig. 5. Influența gradului de reducere asupra rezistenței mecanice a aglomeratului.

germeni de cristalizare care apar și cresc pe marginea granulelor de magnetită formează plane de minimă rezistență, de-a lungul cărora apar microfisuri (fig. 6,*a*).

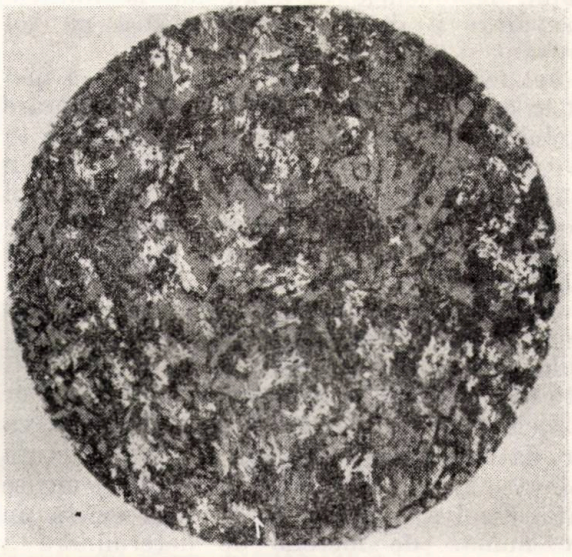
— Pe măsură ce crește gradul de reducere a aglomeratului, rezistența lui mecanică se îmbunătățește treptat, din următoarele motive:

— ca urmare a măririi duratei de menținere la temperaturi ridicate se micșorează tensiunile interne provocate la încălzire și se sudează parțial microfisurile formate anterior;

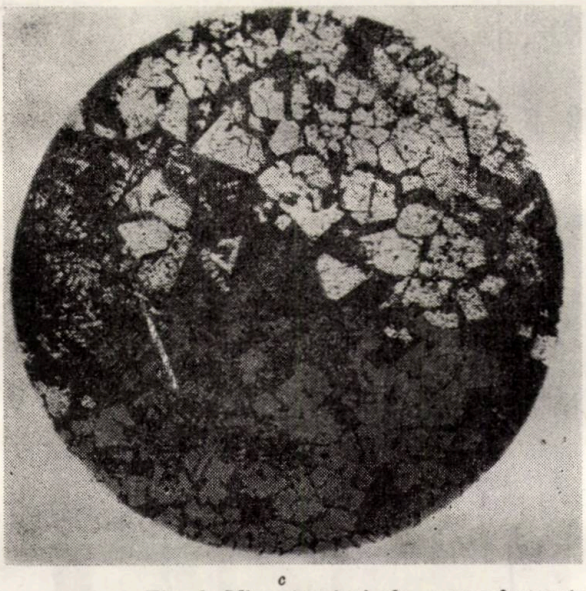
— în faza sticloasă (care constituie liantul fragil al granulelor de magnetită) încep să apară separări punctiforme apoi dendrite din ce în ce mai dezvoltate de magnetită, feriți de calciu și olivine fero-calcice, pînă la recristalizarea totală a sticlei (fig. 6, *c* și *d*);

— pe lîngă dezvoltarea dendritelor separate din faza sticloasă apare un al doilea factor structural de mărire a rezistenței mecanice a aglomeratului, și anume, apariția și dezvoltarea rețelei cristaline a feritei obținute în urma reducerii magnetitei la fier metalic (fig. 6, *a*—*d*).

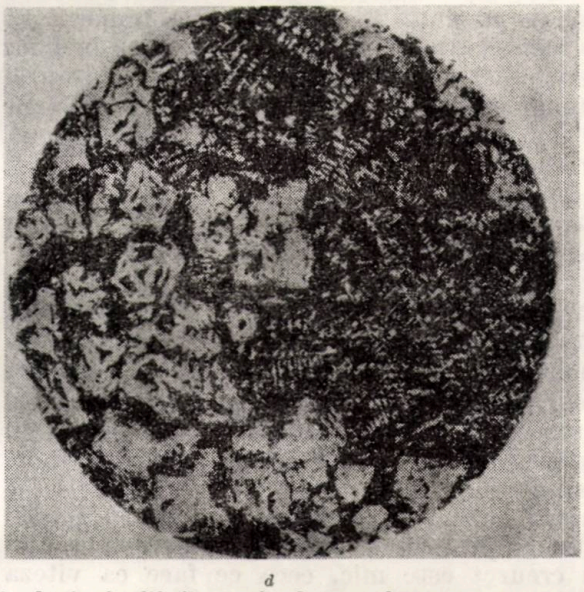
a



b



c



d

Fig. 6. Microstructuri ale unor aglomerate autofondante, la diferite grade de prereducere:
a — 17,5%; *b* — 38,8%; *c* — 68,0%; *d* — 99,2%; lumină reflectată; ×100; alb-ferită; cenușiu-magnetită, wustită; cenușiu închis-silicați; negru-microfisuri, micropori.

BIBLIOGRAFIE

[1] Țocu P. *Stabilirea unei metode de determinare a reductibilității aglomeratului.* Metalurgia, nr. 5, 1967, p. 269—271.

[2] Țocu P. și Tripșa I. *Cercetări privind îmbunătățirea rezistenței mecanice a aglomeratului din minereuri de fier.* Revue roumaine des sciences techniques. Série de métallurgie, nr. 1, 1970, p. 19—30.

[3] Hătărăscu O. și Stoicovici E. *Noutăți și tendințe în producerea și utilizarea minereurilor prereduse.* București C.D.P.T.—M.I.M., 1970.

[4] Bazilievici S.V. și Lazarev B.L. *Metode de cercetare experimentală la furnale.* Sverdlovsk, Metallurghizdat, 1960.

Execuția unei instalații pentru determinarea tensiunii superficiale și densității aliajelor în stare lichidă*

Conf. dr. ing. I. Dragomir și Ing. E. Rusu
Institutul politehnic—București

CZ 669.018—154:532.612

Studiul fenomenelor superficiale prezintă un deosebit interes pentru metalurgie. În prezent este unanim acceptată părerea că, în numeroase procese care au loc la elaborarea fontei și oțelului, fenomenele care au loc la limitele de separare a diferitelor faze joacă un rol important și uneori chiar hotărîtor.

Rolul fenomenelor superficiale crește și mai mult în cazul procedeelor moderne de elaborare a oțelului (de exemplu elaborarea oțelului în convertizorul cu oxigen, insuflarea de oxigen in baia cuptorului Martin etc.), în care un rol important îl deține trecerea substanțelor reactante în stratul superficial aflat în contact cu fazele nemetalice care iau parte la proces. De asemenea, tensiunile interfazice au un rol important în formarea și îndepărtarea incluziunilor nemetalice din oțel.

Studiul tensiunii superficiale a metalelor și aliajelor în stare lichidă permite și obținerea unor date prețioase cu privire la structura acestora și la forma în care diferitele elemente se află dizolvate în ele. În prezent există un mare număr de metode de determinare a tensiunii superficiale a fluidelor. Pentru metale și aliaje prezintă în mod practic importanță trei metode : metoda presiunii maxime în bula de gaz ; metoda picăturii așezate (sessile drop) și metoda picăturii suspendate. Cea mai largă utilizare la aliajele fierului o au primele două metode.

Metoda picăturii așezate deși dă rezultate destul de precise este greoaie în ansamblul ei și nu permite modificarea compoziției aliajului (picăturii) în cursul determinării. În plus, picătura fiind mică (1,5—2 g) și avînd o suprafață specifică mare, dacă aliajul conține componenți ușor volatili, aceștia părăsesc picătura în cursul determinării, ceea ce introduce erori în rezultatele experimentale. Acest pericol în mod practic este exclus în cazul aplicării metodei presiunii maxime în bula de gaz deoarece se lucrează cu cantitate mare de aliaj, iar raportul dintre suprafața liberă și volumul aliajului din creuzet este mic, ceea ce face ca viteza de volatilizare să fie mică.

Descrierea instalației. În laboratorul de teoria proceselor siderurgice din cadrul catedrei de siderurgie a fost executată o instalație pentru determinarea tensiunii superficiale prin metoda presiunii maxime în bula de gaz.

Schema instalației este prezentată în figura 1, iar vederea de ansamblu, în figura 2.

Drept agregat de topire se folosește un cuptor electric *1* cu patru bare de silită (legate două cîte două în paralel și în serie). Cuptorul este executat din tablă de oțel, cu pereții dubli pentru a putea fi răcit în cazul experimentărilor cu metale și aliaje cu temperatură înaltă de topire. Barele de silită sînt prinse de două mufe *2* care, la rîndul lor, se sprijină pe un tub cilindric refractar *3*. Spațiul dintre acest tub și peretele interior este umplut cu praf de azbest *4*. Creuzetul din alumină *5*, în care se introduce proba metalică, se sprijină pe suportul *6* confecționat din cărămidă de mag-

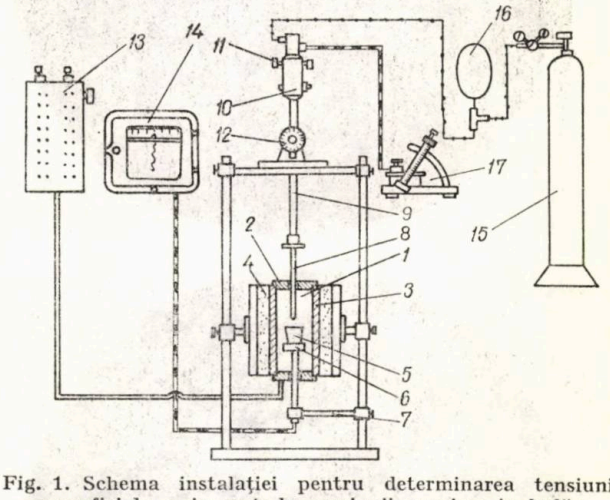


Fig. 1. Schema instalației pentru determinarea tensiunii superficiale, prin metoda presiunii maxime în bulă :
1 — cuptor electric ; *2* — mufe ; *3* — tub refractar ; *4* — praf de azbest ; *5* — creuzet ; *6* — suport ; *7* — bară metalică ; *8* — tub capilar ; *9* — tub de cupru ; *10* — corp principal microscop ; *11* — mecanism de ridicare și coborîre ; *12* — ceas comparator ; *13* — transformator ; *14* — potențiometru ; *15* — butelie cu argon ; *16* — balon elastic ; *17* — manometru înclinat.

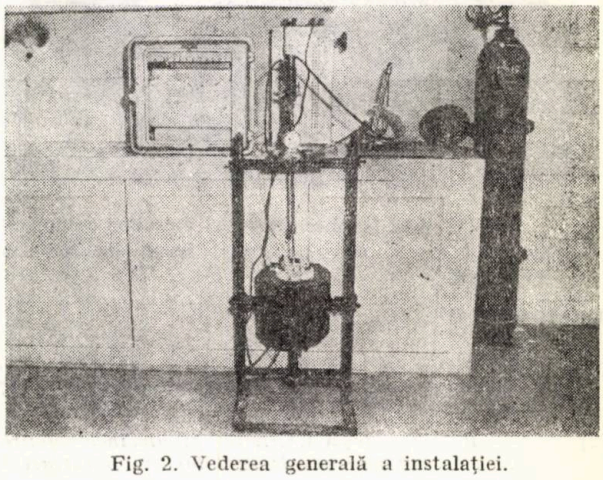


Fig. 2. Vederea generală a instalației.

* La executarea instalațiilor și-au adus contribuția ing. Bucur Vasilica, stud. Kreiss Carmen și ing. Urziceanu Angela.

nezită, suport care se poate deplasa pe verticală prin intermediul barei metalice *7*, ce poate glisa pe stîlpul vertical al cadrului metalic care susține cuptorul.

Tubul capilar *8* — din oțel — cu diametrul interior de 4,5 mm este fixat de tubul de

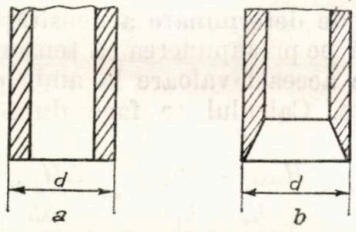


Fig. 3. Forma tubului capilar.

cupru *9*, susținut de corpul principal *10* al unui microscop special pentru acest scop. Tubul capilar este deplasat pe verticală cu ajutorul unui mecanism de tip șurub — cremalieră *11*. Adîncimea la care este introdus tubul capilar în interiorul topiturii metalice se măsoară cu ajutorul unui ceas comparator *12*. Construcția tubului capilar are o mare importanță pentru precizia determinării tensiunii superficiale. După cum rezultă din numeroase studii [4], în cazul cînd aliajul lichid umectează tubul capilar, se recomandă ca extremitatea de jos a tubului să fie tăiată în unghi drept (fig. 3, *a*), iar în calcul să se ia diametrul exterior. Dacă aliajul nu umectează tubul capilar, acesta este bine să fie tăiat conic, lăsîndu-se o muchie cît se poate de subțire (fig. 3, *b*), iar pentru calcul se ia diametrul mediu al tubului la extremitatea inferioară. Diametrul recomandabil al tubului este de 2—4 mm.

În cazul lucrului cu aliaje greu fuzibile este absolut necesară utilizarea tuburilor capilare din materiale refractare superioare, ca alumina, oxidul de magneziu etc.

Cuptorul este alimentat de la rețea prin intermediul transformatorului *13*, cu ajutorul căruia se reglează temperatura spațiului de lucru. Temperatura se măsoară cu ajutorul unui termocuplu Pt-Pt-Rh și se înregistrează pe potențiometrul *14*.

Pentru formarea în metalul lichid a bulelor de gaz se folosește argon din butelia *15* și acumulat într-un balon elastic *16* din care se introduce în instalație. Presiunea argonului în bula gazoasă se măsoară cu ajutorul unui manometru înclinat *17*, ceea ce asigură o citire suficient de exactă a presiunii maxime în bulă. Viteza gazului (argonului) se reglează în așa fel, încît în curs de un minut să se formeze în aliaj 3—4 bule de gaz. În aceste condiții, presiunea maximă în bula de gaz nu mai depinde, în mod practic, de viteza de formare a bulelor.

La alegerea gazului pentru formarea bulei trebuie avut în vedere ca el să nu reacționeze cu aliajul. De aceea este recomandabilă folosirea unui gaz inert (argon, heliu). Pentru măsurători de mare precizie este necesar ca gazul să fie în prealabil purificat, în vederea înlăturării, în primul rînd, a oxigenului și vaporilor de apă. Un model simplu de sistem de purificare este dat în figura 4.

Modul de lucru. Metalul sau aliajul a cărui tensiune superficială și densitate urmează să fie determinate se introduce în creuzetul de alumină, care se așază în interiorul cuptorului pe suportul *6*. Se deschide circuitul apei de răcire a cuptorului apoi acesta din urmă se cuplează la rețea și se încălzește, pînă la temperatura de lucru.

Din butelia *15* se umple cu argon balonul elastic *16*, care se pune în legătură cu instalația prin intermediul unui tub de cauciuc.

La atingerea temperaturii de lucru aceasta se menține constantă, după care cu ajutorul unui robinet special se introduce argon în instalație și se coboară tubul capilar pînă la atingerea suprafeței aliajului; momentul acesta este marcat prin începerea formării bulei de gaz, care are ca urmare creșterea presiunii în manometrul *17*. Se intoduce apoi tubul capilar la o adîncime de 5—10 mm în interiorul lichidului și se citește pe manometrul înclinat presiunea maximă ($H_{max.}$) în momentul spargerii bulei de gaz.

Pentru determinarea densității aliajului, tubul capilar se introduce succesiv la două adîncimi h_1 și h_2 (cu o diferență de 10—20 mm între ele) în metalul lichid și se citesc valorile corespunzătoare presiunii maxime în bulă, $H_{max.1}$ și, respectiv, $H_{max.2}$.

Metoda de calcul al tensiunii superficiale și densității. Pentru a se degaja bula de gaz trebuie să învingă forțele de tensiune super-

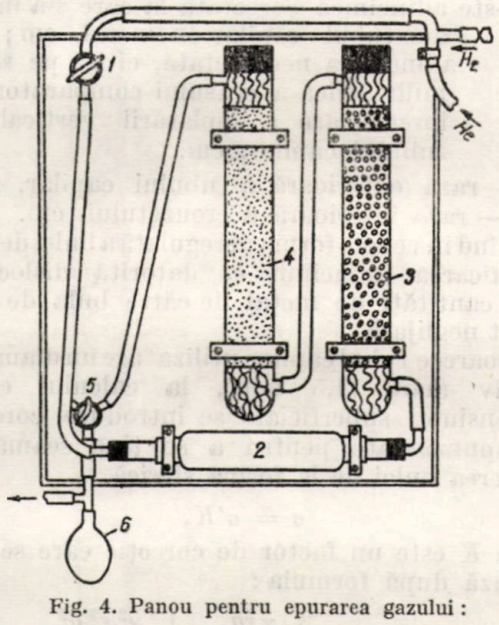


Fig. 4. Panou pentru epurarea gazului:

1 — robinet; *2* — cuptor cu așchii de magneziu (500°C); *3* — coloana cu $CaCl_2$; *4* — coloana cu P_2O_5; *5* — robinet; *6* — balon de acumulare a gazului.

ficială. Presiunea maximă atinsă în interiorul bulei de gaz este dată de relaţia :

$$P_{max} = \frac{2\sigma}{r}$$

La calculul tensiunii superficiale trebuie să se ţină seamă şi de influenţa presiunii metalostatice. În acest caz calculul tensiunii superficiale se face după următoarea relaţie :

$$\sigma' = \frac{1}{2} rg\,(\gamma'\,H_{max} - \gamma h),$$

unde :

σ' este tensiunea superficială, erg/cm^2;
r — raza medie a tubului capilar, cm;
g — acceleraţia gravitaţiei, cm/s^2;
γ' — densitatea lichidului manometric, g/cm^3;
H_{max} — înălţimea maximă a coloanei de lichid în manometru la baza meniscului (în cazul unui manometru înclinat $H_{max} = K\ H'_{max}$), unde K este constanta manometrului, care depinde de unghiul de înclinare al tubului α ($K = \sin \alpha$), iar H'_{max} este înălţimea maximă a coloanei de lichid, citită pe scara înclinată a manometrului;
γ — densitatea aliajului, g/cm^3;
h — adîncimea la care s-a introdus tubul capilar în aliaj, cm.

Valoarea exactă a lui h se calculează ţinîndu-se seamă de ridicarea nivelului metalului în creuzet, în urma imersiunii tubului capilar, după formula :

$$h = h_0\left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right),$$

unde :

h este adîncimea corectată la care s-a introdus tubul capilar în metal, cm;
h_0 — adîncimea necorectată, citită pe scara milimetrică a ceasului comparator de înregistrare a deplasării verticale a tubului capilar, cm.
r — raza exterioară a tubului capilar, cm;
R — raza interioară a creuzetului, cm.

Avînd în vedere forma neregulată a bulei de gaz, modificarea adîncimii h, datorită dislocuirii unei cantităţi de metal de către bula de gaz, a fost neglijată.

Deoarece tubul capilar utilizat are un diametru relativ mare (4,5 mm), la calculul exact al tensiunii superficiale se introduce corecţia corespunzătoare pentru a se ţine seamă de abaterea bulei de la forma sferică.

$$\sigma = \sigma' K,$$

unde K este un factor de corecţie care se calculează după formula :

$$K = 1 - \frac{2}{3}\frac{\gamma rg}{P_{max}} - \frac{1}{3}\frac{\gamma^2 r^2 g^2}{P^2_{max}},$$

unde $P_{max} = g\,(\gamma' H_{max} - \gamma h)$, dyn/cm^2.

Eroarea relativă se calculează cu formula

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta r}{r} + \frac{\gamma'\Delta H_{max} + \Delta h\gamma}{\gamma' H_{max} - h\gamma}$$

Metoda de determinare a densităţii aliajului se bazează pe presupunerea că tensiunea superficială are aceeaşi valoare la ambele adîncimi considerate. Calculul se face după formula :

$$\gamma = \frac{H_{max_2} - H_{max_1}}{h_2 - h_1} = \frac{\Delta H_{max}}{\Delta h},$$

unde :

γ este densitatea aliajului lichid, g/cm^3;
ΔH_{max} — diferenţa dintre presiunile maxime în bula de gaz, la cele două adîncimi, cm H_2O;
Δh — diferenţa dintre cele două adîncimi la care s-a introdus tubul capilar, cm;
γ' — densitatea lichidului manometric, g/cm^3.

Rezultatele determinării de control. Pentru a se verifica siguranţa funcţionării instalaţiei s-au efectuat o serie de determinări ale tensiunii superficiale şi ale densităţii asupra unei topituri de plumb la temperatura de 400°C, conform tabelei 1.

Tabela 1

H_{max_1}, cm	H_{max_2}, cm	h_1, cm	h_2, cm	K	γ, g/m^3	σ, erg/cm^2	K	σ, erg/cm^2	γ, g/cm^3
10	22,5	0	1	0,8	0,73	685	0,704	482,2	9,48

Aceste rezultate sînt foarte apropiate de rezultatele altor autori, de exemplu [3], care au obţinut în condiţii similare 443 erg/cm^2 şi, respectiv, 10 g/cm^3.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dragomir I. *Studiul experimental al structurii aliajelor Fe—P în stare lichidă prin metoda tensiunii superficiale şi a densităţii.* Studii şi cercetări de metalurgie, 2, vol. 9, 1964.

[2] Tripşa I., Oprea Fl. şi Dragomir I. *Bazele teoretice ale metalurgiei extractive.*

[3] Strauss S.W. Journal of Nuclear Energy, 1961, A 315.

[4] Pugacievici P. P. Culegerea *Poverhnostnie iavlenia metallurghiceskih proţessah.* Moscova, 1963.

Ing. Cornelia Ştirbu
Institutul politehnic — Iaşi
şi
Ing. Gr. Ivanov
Trustul de construcţii industriale — Iaşi

Contribuţii privind calculul şi optimizarea puterii utile, transmise în procesul de sudare a ţevilor prin curenţi de înaltă frecvenţă

CZ 669.14—462:621.791

Utilizarea curenţilor de înaltă frecvenţă la sudarea ţevilor constituie un procedeu modern cu rezultate remarcabile atît din punct de vedere tehnic, cît şi calitativ, procedeu care se află în continuă dezvoltare şi se aplică pe scară din ce în ce mai largă.

Utilizarea frecvenţelor înalte (300—500 kHz) la temperaturi superioare punctului Curie permite concentrarea curenţilor de înaltă frecvenţă numai în domeniul unei adîncimi de pătrundere de 0,5 — 1 mm, deci zona influenţată termic este extrem de mică, iar viteza mare cu care este generată căldura în material reduce la minimum problemele metalurgice legate de schimbarea structurii metalului [1], [2].

Sudarea cu curenţi de înaltă frecvenţă se poate realiza prin rezistenţă cu contacte alunecătoare şi prin inducţie.

Lucrarea de faţă se referă la sudarea realizată cu curenţi de înaltă frecvenţă, transmişi prin inducţie. La acest procedeu energia produsă de generatorul de înaltă frecvenţă este transmisă unui inductor care înconjură ţeava ca un inel fără să aibă vreun punct de contact cu ea. Cîmpul electromagnetic puternic format în jurul inductorului induce în ţeava despicată o tensiune alternativă. Această tensiune dă naştere unui curent indus de mare intensitate, care se transformă în căldură prin efect Joule, circulînd pe marginile ţevii (calea e_1) şi închizîndu-se prin spatele ţevii (calea e_2) aşa cum rezultă din figura 1 [3].

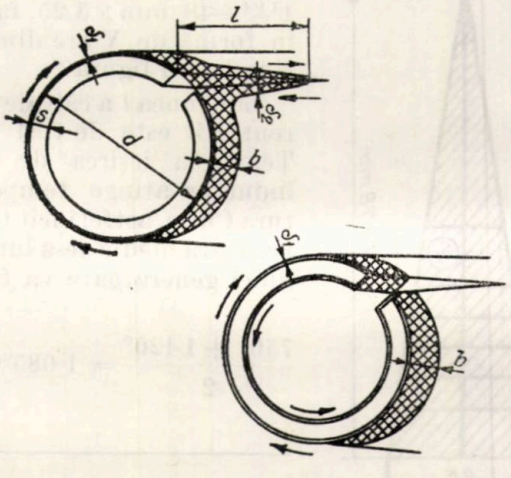


Fig. 1. Căile de curent în ţeavă cu fantă la sudarea prin inducţie cu inductor circular;
stînga — calea curentului util; dreapta — calea curentului inutil; b — lăţimea inductorului; s — grosimea peretelui ţevii; δ_1 — adîncimea de pătrundere a curentului în peretele ţevii; δ_2 — adîncimea de pătrundere a curentului la marginile de bandă; l = distanţa inductor — punct de sudură.

Datorită efectului pelicular, circulaţia curentului pe muchiile ţevii despicate se face numai pe o zonă a cărei adîncime corespunde adîncimii de pătrundere. Concentrarea curentului în această zonă este favorizată şi de efectul de proximitate. Curenţii pe marginile fontei circulînd în sens contrar, cîmpurile magnetice ale lor se atrag reciproc. Datorită încălzirii marginilor benzii pînă la starea de plasticitate, în timpul trecerii ţevii în dreptul rolelor de presiune, se realizează sudarea marginilor ei.

Puterea maximă de înaltă frecvenţă [3], necesară pentru o anumită instalaţie, este determinată de un complex de factori dintre care, în principal, de grosimea maximă a benzii din care se formează eboşa tubulară şi de viteza maximă necesară unei formări fără defecte, precum şi de: distanţa inductorului faţă de punctul de contact al marginilor benzii; unghiul de deschidere a fantei; lungimea inductorului; deschiderea liberă a inductorului, în raport cu diametrul exterior al eboşei cu fantă; gradul de umplere şi poziţia miezului magnetic faţă de punctul de contact.

În lucrarea de faţă se propune să se analizeze influenţa pe care o exercită asupra puterii de înaltă frecvenţă transmise distanţa inductorului faţă de punctul de contact şi unghiul de deschidere a fantei care determină suprafaţa s_1 a acesteia. Din figura 1 reies căile urmate de curentul de sudură; o cale de-a lungul muchiilor benzii e_1, pînă la punctul de sudură, şi a doua cale e_2, pe spatele (creasta) ţevii. Efectul curentului pe traseul e_2 trebuie privit ca nefavorabil, întrucît duce la încălzirea inutilă a acestei zone, deci la o pierdere de căldură care pentru a fi compensată solicită un plus de putere de înaltă frecvenţă.

Rezistenţa secţiunii căii curentului util se determină cu relaţia:

$$R_1 = \frac{\rho_1 \cdot 2l}{s \cdot \delta_1}, \quad \Omega \tag{1}$$

unde:

ρ_1 este rezistenţa specifică a materialului ţevii, Ω cm, la temperatura θ_1 a marginilor benzii;

l — lungimea traseului util e_1, cm;

s — grosimea peretelui ţevii, cm.

Rezistența secțiunii căii de curent care parcurge curbura țevii va fi:

$$R_2 = \frac{\rho_2 \cdot \pi \cdot d}{b \cdot \delta_2}, \ \Omega \qquad (2)$$

unde:

ρ_2 este rezistența specifică a materialului țevii, Ω cm, la temperatura θ_2 a crestei țevii;
b — lățimea inductorului, cm;
d — diametrul țevii, cm.

Considerînd I curentul total, cantitatea de căldură utilă degajată în țeavă va reprezenta o parte din $Q_1 = R_1 \cdot I^2$, ținînd seamă de pierderile de căldură prin conductibilitate în materialul mai rece al țevii, iar căldura $Q_2 = R_2 \cdot I^2$, produsă pe curbura țevii—pierderi.

Apare necesar ca rezistența R_1 să fie cît mai mare, iar rezistența R_2 să aibă o valoare cît mai redusă. După cum rezultă din relația (2), rezistența R_2 se poate micșora prin mărirea lățimii b a inductorului, la un diametru dat al țevii și la un material și frecvență date.

Valoarea rezistenței R_1 se poate mări prin creșterea valorii lui l (relația 1).

Există totuși limite pentru majorarea distanței inductor — punct de sudură deoarece lucrînd cu un curent de înaltă frecvență trebuie considerate și reactanțele X_1 și X_2 ale celor două circuite electrice din țeavă. Curentul total I va fi dat de relația:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R_1^2 + X_1^2}} = \frac{U}{\sqrt{R_1^2 + L_1^2 \cdot w^2}} \qquad (3)$$

Deoarece $X_1 \gg R_1$, ca urmare a frecvenței ridicate, pentru mărirea puterii utile $P = R_1 \cdot I^2$ este necesară o valoare cît mai ridicată pentru curentul I, obținută prin diminuarea inductivității L_1, și o valoare cît mai mare pentru rezistența secțiunii căii utile a curentului R_1.

Deoarece L_1 este proporțională cu suprafața dintre marginile benzii s_1, se acționează pentru micșorarea ei fie prin scurtarea părții deschise în formă de V, fie prin îngustarea ei. Ultimul procedeu este mai adecvat deoarece inductivitatea se micșorează, în timp ce valoarea lui R_1 rămîne neschimbată (l același), influențează pozitiv asupra puterii utile.

Considerînd dependența puterii transmise P de parametrii l și s_1 se poate deduce o formulă generală de calcul al acesteia. Introducînd în expresia puterii valorile lui R_1 și I din relațiile (1) și (3) se obține:

$$P = \frac{U^2}{\frac{\rho_1^2 \cdot 4 \cdot l^2}{s^2 \cdot \delta_1^2} + \frac{K^2 \cdot \mu_1^2 \cdot s_1^2}{l^2} \cdot w^2} \cdot \frac{\rho_1 \cdot 2\,l}{s \cdot \delta_1} \qquad (4)$$

unde:

$$L_1 = K \cdot \mu \frac{s_1}{l}$$

Efectuînd calculele se obține:

$$P = \frac{2 \cdot \rho_1 \cdot s \cdot \delta_1 \cdot l^3 \cdot U^2}{4 \cdot \rho_1^2 l^4 + K^2 \cdot \mu^2 \cdot s^2 \cdot \delta_1^2 \cdot w^2 \cdot s_1^2} \qquad (5)$$

Notînd cu:

$$a = 2 \cdot \rho_1 \cdot s \cdot \delta_1 \cdot U^2$$

$$b = 4 \cdot \rho_1^2$$

$$c = K^2 \cdot \mu^2 \cdot s^2 \cdot \delta_1^2 \cdot w^2$$

Valorile lui a, b și c sînt constante la un diametru material și la o frecvență date a țevii. Expresia (5) devine:

$$P = \frac{a l^3}{b l^4 + c s_1^2} = f(l, s_1) \qquad (6)$$

Această ultimă relație reprezintă o formulă generalizată de calcul al puterii transmise în țeavă, funcție de parametrii l și s_1. Ordinul de mărime al constantei c fiind $10^{-8} \ldots 10^{-9}$ ($\mu = \mu_0 \cdot \mu_r = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-9} \cdot \mu_r$ H/cm) se poate neglija și, în acest fel, se obține o formulă practică de calcul al puterii de forma:

$$P = \frac{a \cdot l^3}{b \cdot l^4} = \frac{a}{b} \frac{1}{l} = \frac{\delta_1 s \cdot U^2}{2 \cdot \rho_1} \cdot \frac{1}{l} \qquad (7)$$

Datorită simplității și volumului de calcul redus, această formulă se poate folosi operativ pentru determinarea puterii din țeavă.

Se propune următorul exemplu de calcul: la o linie de sudură prin curenți de înaltă frecvență $f = 340$ kHz de $2^1/_2''$, pentru țeava cu ∅ $1^1/_2''$—48 mm × 3,25, fanta în formă de V are dimensiunile din figura 2.

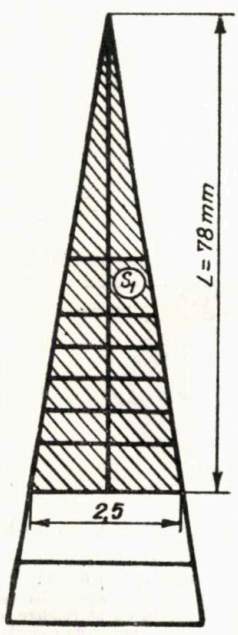


Fig. 2. Dimensiunile fantei în formă de V.

Lungimea l a căii de curent util este de 7,81 cm. Țeava la ieșirea de sub inductor atinge temperatura Curie, astfel încît temperatura medie de-a lungul liniei generatoare va fi

$$\frac{750° + 1\,420°}{2} = 1\,085°C$$

Rezistența specifică ρ_1, corespunzătoare acestei temperaturi, este $\rho_1 = 128\,\mu r$ cm, iar permeabilitatea relativă $\mu_r = 1$. Adîncimea de pătrundere δ_1 se calculează cu relația (4).

$$\delta_1 = 5{,}03\sqrt{\frac{\rho_1}{\mu_r \cdot f}} = 5{,}03 \cdot \sqrt{\frac{128}{340 \cdot 10^3}} = 0{,}1 \text{ cm}$$

Tensiunea în marginile benzii $U_1 = 56{,}2$ V = = constant. Pe baza formulei practice de calcul :

$$P = \frac{0{,}325 \cdot 0{,}1 \cdot 56{,}2^2}{2 \cdot 128 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{7{,}81} = 51{,}34 \text{ kW}$$

Din relația (7) reiese dependența hiperbolică a puterii dezvoltate, funcție de distanța inductorului față de punctul de sudură. Pentru un același unghi α de deschidere a fantei, în același sens, variază puterea și funcție de suprafața s_1 dintre marginile benzii.

Literatura de specialitate [5], pentru calculul puterii pătrunse în marginile benzii, indică următoarea formulă de calcul :

$$P = s^2 \cdot 100 \cdot V \cdot 60 \cdot \gamma \cdot 10^{-3} \cdot w_{1420°} \cdot 10^{-3} + 0{,}5 \cdot s \cdot$$
$$\cdot 100 \cdot V \cdot 60 \cdot \gamma \cdot 10^{-3} \cdot w_{910°} \cdot 10^{-3}, \text{ kW},$$

unde :

V este viteza mecanică a țevii, m/min ;
γ — greutatea specifică a materialului, kg/dm^3 ;
w_θ — energia necesară, kW · h, pentru a aduce la temperatura θ o tonă de metal.

Se observă că puterea depinde în principal de viteza de sudură și de grosimea materialului.

Folosind această formulă s-a găsit $P = 51{,}5$ kW. Se constată valori foarte apropiate ale puterii obținute prin cele două relații indicate. Totuși ultimul procedeu este mai laborios (implică și cunoașterea consumurilor specifice de energie) și, din acest motiv, se recomandă folosirea formulei din relația (7) deoarece precizia este satisfăcătoare și volumul de calcul mai redus.

Pentru determinarea valorilor optime ale distanței l și suprafeței interstițiului dintre marginile benzii s_1 astfel încît puterea transmisă țevii să fie maximă, se pot folosi metodele matematice pentru determinarea extremelor unei funcții.

Se calculează derivatele parțiale ale funcției $P = f(l$ și $s_1)$ în raport cu unul din parametri, menținîndu-l pe celălalt constant.

$$\frac{\partial P}{\partial l_{s_1 = const.}} = \frac{3 \cdot a \cdot l^2 (b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2) - 4\,a \cdot b \cdot l^6}{(b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2)^2} =$$

$$= \frac{a \cdot l^2 \left[3 \cdot (b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2) - 4b \cdot l^4\right]}{(b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2)^2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial s_{1\ l = const.}} = -\frac{2 \cdot a \cdot c \cdot l^3 \cdot s_1}{(b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2)^2}$$

Eventualele puncte de extrem ale funcției $P = f(l,\ s_1)$ se află anulînd aceste derivate.

$$\frac{\partial P}{\partial l_{s_1 = const.}} = 0$$

adică :

$$a \cdot l^2 \cdot [3\,(b \cdot l^4 + c \cdot s^2) - 4 \cdot b \cdot l^4] = 0$$

Rezultă : $a \cdot l^2 = 0 \rightarrow l_{1,2} = 0$ — inductorul plasat în dreptul rolelor de presiune.

$$3\,(b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2) - 4 \cdot b \cdot l^4 = 0$$

$$b \cdot l^4 = 3 \cdot c \cdot s_1^2$$

Rezultă :

$$l_{3,4} = \sqrt[4]{\frac{3c}{b} \cdot s_1^2}$$

$$\frac{\partial P}{\partial s_{1\ l = const.}} = 0,$$

adică :

$$-2 \cdot ac \cdot l^3 \cdot s_1 = 0$$

Rezultă : $s_1 = 0$ — inductorul plasat în dreptul rolelor de presare.

Deoarece interesează felul extremului se analizează semnul derivatei de ordinul doi. Pentru simplificare se notează :

$$\frac{\partial P}{\partial l} = \frac{f_1}{f_2^2},$$

unde :

$$f_1 = 3 \cdot a \cdot c \cdot s_1^2 \cdot l^2 - a \cdot b \cdot l^6$$

$$f_2 = b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial l^2} = \frac{\partial f_1 f_2^2 - 2 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \partial f_2}{f_2^4}$$

Deoarece interesează valoarea celei de-a doua derivate în punctele de extrem, pentru care $f_1 = 0$, expresia de mai sus devine :

$$\frac{\partial^2 P}{\partial l^2} = \frac{\partial f_1 \cdot f_2^2}{f_2^4} = \frac{\partial f_1}{f_2^2}$$

deci :

$$\frac{\partial^2 P}{\partial l^2_{s_1 = const.}} = \frac{6 \cdot a \cdot c \cdot s_1^2 \cdot l - 6 \cdot a \cdot b \cdot l^5}{(b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2)}$$

Pentru ca în punctele de extrem $l_{1,2}$ și $l_{3,4}$ să existe un maxim trebuie îndeplinită condiția :

$$\frac{\partial^2 P}{\partial l^2_{s_1 = const.}} < 0$$

adică :

$$6 \cdot a \cdot c \cdot s_1^2 \cdot l - 6 \cdot a \cdot b \cdot l^5 < 0$$

$$b \cdot l^4 > c \cdot s_1^2;\ l^2 > \sqrt{\frac{c}{b}} \cdot s_1 \qquad (9)$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial s_1^2}_{l=const.} = -\frac{2 \cdot a \cdot c \cdot l^3}{(b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2)^2}$$

Deoarece $\frac{\partial^2 P}{\partial s_1^2} < 0$ tot timpul, extremul va fi un maxim. Din acest motiv în continuare se neglijează dependența puterii transmise funcție de s_1, considerînd numai dependența acesteia de variația parametrului l.

Din cele două cazuri studiate se constată că puterea maximă transmisă în marginile benzii se realizează cînd $l = 0$ și $s_1 = 0$, adică atunci cînd inductorul este plasat în dreptul rolelor de presare. Practic acest lucru este imposibil de realizat dar din considerentele expuse rezultă că randamentul instalației crește o dată cu micșorarea distanței dintre inductor și rolele de presiune.

Puterea optimă transmisă se poate determina introducînd în relația (6) valoarea lui s_1, rezultată din relația (8), concomitent fiind satisfăcută și condiția impusă de relația (9). Rezultă :

$$P_{optim} = \frac{a \cdot l^3}{b \cdot l^4 + c \cdot s_1^2} = \frac{a \cdot l^3}{b \cdot l^4 + c \cdot \frac{b \cdot l^4}{3c}} = \frac{3}{4} \frac{a}{b \cdot l} \qquad (10)$$

Respectînd valoarea lui l din relația (8) puterea transmisă pentru sudare este optimă, reprezentînd în același timp o valoare minimă pentru puterea instalată. Orice abatere a valorii lui l de la valoarea indicată de relația (8) duce la creșterea puterii necesare în procesul de sudare și la micșorarea randamentului întregii instalații.

S-a arătat că suprafața fantei s_1 este bine să fie cît mai mică deoarece în acest fel inductivitatea scade și, implicit, crește curentul și deci puterea transmisă. Suprafața s_1 poate fi micșorată prin reducerea unghiului α de deschidere a fantei. Cu privire la valoarea unghiului α se fac următoarele precizări : din figura 2 reiese că suprafața fantei s_1 se poate calcula cu relația :

$$s_1 = \frac{b \cdot h}{2} = l \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \cdot l \cos\frac{\alpha}{2} = l^2 \sin\frac{\alpha}{2} \cdot \cos\frac{\alpha}{2} \qquad (11)$$

Introducînd această valoare în condiția (9) se obține :

$$l^2 > \sqrt{\frac{c}{b}} \cdot l^2 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$$

$$l^2 > \frac{l^2}{2} \cdot \sqrt{\frac{c}{b}} \sin\alpha$$

Introducînd expresiile constantelor b și c se obține :

$$l > \frac{l}{2} \sqrt{\frac{\mu^2 \cdot s^2 \cdot \delta_1^2 \cdot w^2}{4 \cdot \rho_1^2}} \cdot \sin\alpha$$

sau : $\sin\alpha < \frac{4 \cdot \rho_1}{\mu \cdot s \cdot \delta_1 \cdot w}$

de unde :

$$\alpha < \text{arc sin} \frac{4 \cdot \rho_1}{\mu \cdot s \cdot \delta_1 \cdot w} \qquad (12)$$

În cazul dimensiunilor fantei din figura 2 rezultă : $\alpha = 1°50'$.

Relația (12) permite determinarea valorilor unghiului de deschidere a fantei α în funcție de diverse grosimi de bandă, considerînd celelalte mărimi care intervin în formulă constante.

BIBLIOGRAFIE

[1] Geisel H. și Springel L. *Încălzirea prin inducție pentru sudarea longitudinală a țevilor cu inductori inelari.* Schweissen und Schneiden (R.F. a Germaniei), nr. 3, 1967, p. 117–120.

[2] Droscha H. *Sudarea prin inducție a țevilor cu curenți de înaltă frecvență, asigurînd protejarea suprafeței țevii.* T.Z. für Prakt. Metallbearb (R.F. a Germaniei), nr. 10, oct. 1966, p. 666–667.

[3] Pokorny V. *Sudarea cu înaltă frecvență prin inducție a țevilor.* Hutnik, R.S.C. 18, nr. 12, dec. 1968, p. 545–548.

[4] Vazaca C. *Încălzirea prin inducție în joasă și înaltă frecvență.* Ed. Acad. R.P.R., 1956.

[5] Fraynt R. *Fabricarea țevilor prin procedeul de sudură electrică.* ACEC — Zeitschrift, nr. 1, 1966, p. 3–13.

Ing. I. Suciu
Industria sîrmei — Cîmpia Turzii

Cercetări privind îmbunătățirea calității oțelurilor destinate fabricării șuruburilor și piulițelor prin deformare plastică la rece

CZ 669.14.018.252.3:539.374:621.832

În etapa actuală de dezvoltare a industriei țării noastre și în special a industriei constructoare de mașini s-a impus ca și producția de organe de asamblare să crească corespunzător atît sub aspectul diversificării tipodimensiunilor, cît și în sensul obținerii unor caracteristici tehnice calitativ superioare. Pentru obținerea unor caracteristici superioare și a unor toleranțe dimensionale restrînse, în ultima vreme o pondere tot mai mare ocupă procedeele de deformare plastică la rece.

Oțelurile indicate pentru deformare plastică la rece trebuie considerate ca făcînd parte din grupa oțelurilor care, în procesul de refulare, asigură un înalt grad de deformație, dependent nu numai de compoziție chimică, de caracteristicile mecanice, de macro- și microstructură etc., ci și de forma piesei obținute și metoda ei de fabricație. Condițiile de lucru prin deformare plastică la rece impun materiei prime caracteristici de prelucrabilitate maxime pentru a suporta gradul mare de deformare (60—80%) și a asigura condițiile de calitate cerute produselor.

Pentru asigurarea condițiilor cerute de fabricile de șuruburi unde în procesul de fabricație au apărut frecvent defecte ca: fisuri la cap și tije, clivaje la 45° în capul șurubului, desprinderea capului de tije, lipirea materialului pe matriță, smulgerea filetului, caracteristici mecanice necorespunzătoare, rugozități mari, în cadrul uzinei I.S.C.T. s-au întreprins o serie de experimentări cu scopul îmbunătățirii calității oțelurilor destinate prelucrării prin deformare plastică la rece, în sensul micșorării adîncimii stratului decarburat și creșterii capacității de prelucrabilitate a acestora.

Pentru oțelul laminat la I.S.C.T. în condițiile existente în laminoarele 1, 2 și 3, valorile adîncimii stratului decarburat, măsurat pe un număr mare de eșantioane prelevate din oțel laminat fără măsuri speciale de protejare împotriva decarburării, erau cuprinse între 0,15 și 0,50 mm.

În scopul micșorării adîncimii stratului decarburat în condițiile existente, analizînd posibilitățile de influențare a factorilor asupra decarburării, s-au întreprins o serie de experimentări în urma cărora se preconizează limitarea adîncimii stratului decarburat la valorile prescrise oțelurilor destinate prelucrării prin refulare la rece. În acest sens s-a încercat folosirea diferitelor soluții de protecție, și anume:

Soluția tip 1 — formată dintr-o suspensie apoasă de 60% lapte de var și 40% grafit.

Soluția tip 2 — formată din 40—60 g/l grafit, 15—25 g/l argilă praf, 15—25 g/l silicat de sodiu.

Soluția tip 3 — formată din 140—160 g/l silicat de sodiu, 140—160 g/l pudră de șamotă și 95—110 g/l colofoniu măcinat.

Soluțiile au fost formate într-un bazin plasat în depozitul de țagle sau în hală, în apropierea platformei de încărcare a cuptorului, și încălzite la 40—80°C. Țaglele înainte de a fi introduse în cuptor sînt imersionate în aceste soluții. Aderența soluțiilor este bună (în special soluția tip 3) și nu înrăutățește condițiile de laminare.

Folosirea soluțiilor de tip 1 și 2 nu este justificată deși a dus la obținerea unui strat decarburat micșorat (0,10—0,38 mm) deoarece valorile obținute sînt mult peste limita admisă (max. 0,20 mm).

Rezultatele corespunzătoare s-au obținut prin folosirea soluției tip 3 (tabela 1).

Tabela 1

Marca oțelului	Dimensiunea, mm	Adîncimea stratului decarburat, mm			Nr. de probe
		Valori minime	Valori maxime	Valori medii	
40 C 10	13	0,08	0,23	0,15	5
	12	0,08	0,24	0,16	10
	10	0,05	0,20	0,14	10
35 C 10	8	0,06	0,19	0,12	5
OLC 45	11	0,08	0,20	0,14	10
	9	0,07	0,17	0,12	10
	8	0,05	0,18	0,11	10

Cele mai corespunzătoare rezultate au fost obținute în cazul oțelului carbon de calitate (OLC 35 și OLC 45) laminat din țagle provenite din blumuri flamate.

Loturile experimentale au fost laminate pe laminorul de sîrmă de la C.S.H. și pe laminorul nr. 3 de la I.S.C.T.

Cuptoarele de încălzire din aceste laminoare sînt dintre cele mai moderne, avînd posibilitatea reglării atmosferei din cuptor. Durata de încălzire și menținere a țaglelor în cuptor nu

a depăşit 1,5 h şi, de asemenea, vitezele de laminare au fost foarte mari, 30—40 m/s. Valoarea adîncimii stratului decarburat nu a depăşit 0,15 mm (fig. 1). Local au existat şi

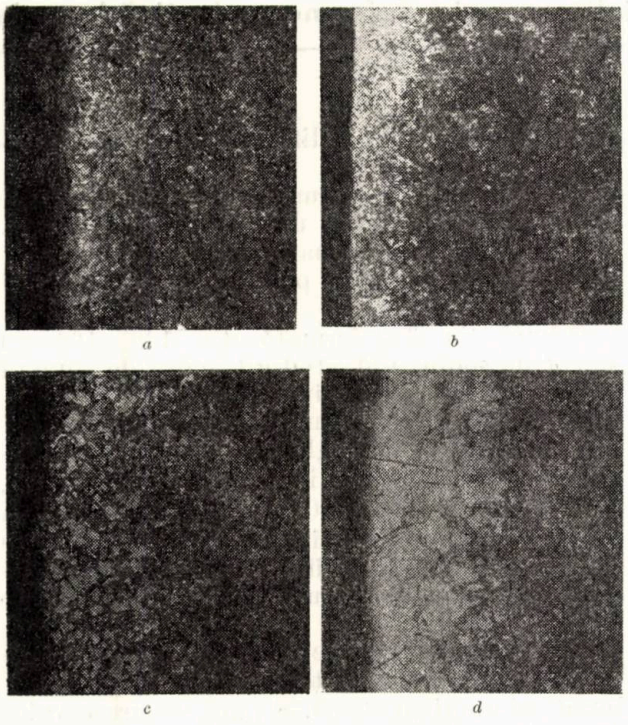


Fig. 1. Decarburarea oţelului OLC 45 laminat din blumuri flamate (1 :100) : *a* — strat decarburat 0,07mm; *b* — 0,10 mm; *c* — 0,15 mm; *d* — local 0,20 mm.

zone cu adîncimea stratului decarburat mai mare fără însă a depăşi 0,20 mm (fig. 1, *d*).

În toate cazurile măsurările adîncimii stratului decarburat s-au efectuat pe eşantioane călite la 850°C şi răcite în apă sub 20°C.

Menţinerea adîncimii stratului decarburat la valorile din starea laminată sau trasă a fost posibilă numai în cazul efectuării recoacerilor în atmosferă de protecţie.

Pe baza încercărilor efectuate şi rezultatelor obţinute se pot trage următoarele concluzii :

— pentru obţinerea unui strat decarburat mic, suprafaţa semifabricatului folosit trebuie să fie lipsită de defecte, rezultate corespunzătoare obţinîndu-se în cazul laminării din ţagle provenite din blumuri flamate sau din lingouri cojite, în acest caz însă pierderile de metal sînt mari ;

— reducerea adîncimii stratului decarburat este posibilă prin folosirea diferitelor soluţii de protecţie dar mai ales prin asigurarea unor condiţii de laminare corespunzătoare (atmosferă din cuptor oxidant, temperatură optimă şi durată de încălzire minimă). Vitezele de laminare trebuie să fie cît mai mari posibil ;

— atît recoacerea de înmuiere, cît şi recoacerea finală de globulizare trebuie efectuate în atmosferă de protecţie.

Datorită apariţiei în procesul de refulare la rece a şuruburilor a unor defecte ca : fisuri la cap şi tije, clivaje la 45° în capul şurubului, desprinderea capului de tije etc., datorate structurii şi caracteristicilor mecanice necorespunzătoare ale oţelurilor livrate în stare tras — recopt, a fost necesară modificarea tratamentului termic final, în sensul stabilirii unor noi diagrame de recoacere în urma cărora să se asigure obţinerea atît a caracteristicilor mecanice, cît şi a perlitei globulare corespunzătoare.

Au fost experimentate mai multe loturi folosind diferite diagrame de recoacere, urmărindu-se atît obţinerea unor caracteristici mecanice şi de structură corespunzătoare, cît şi o bună prelucrabilitate pe maşini (la F.S. — Braşov).

Cele mai bune rezultate au fost obţinute la recoacerile efectuate conform diagramei din figura 2 (aplicată la OLC 35, OLC 45, 35 C 10, 40 C 10 şi 33 MoC 11). Perlita globulară a fost în medie peste 80%, mărimea globulelor de cementită fiind corespunzătoare şi uniform repartizată în masa oţelului.

În figurile 3, *a* şi *b* este prezentată structura obţinută în cazul oţelului OLC 45 recopt conform diagramei din figura 2 comparată cu structura aceluiaşi oţel procurat din import.

Probele de refulare la rece (eşantioane cu înălţimea 1,5 *d* şi presate la 1/3 din înălţimea iniţială) au fost corespunzătoare, excepţie făcînd eşantioanele cu defecte de suprafaţă. Caracteristicile mecanice (rezistenţa la rupere şi gîtuirea), funcţie de structura obţinută prin aplicarea diferitelor diagrame de recoacere, au dus la trasarea diagramelor din figurile 4 şi 5.

Se menţionează că eşantioanele pentru determinarea structurii au fost prelevate din aceleaşi probe din care apoi au fost determinate rezistenţa la rupere şi gîtuirea.

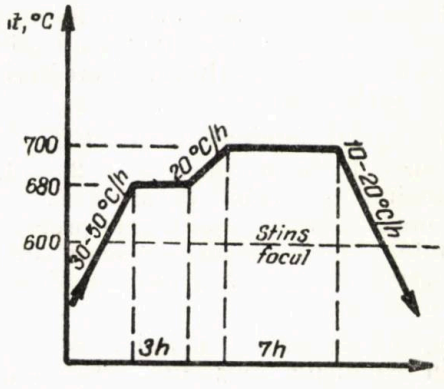
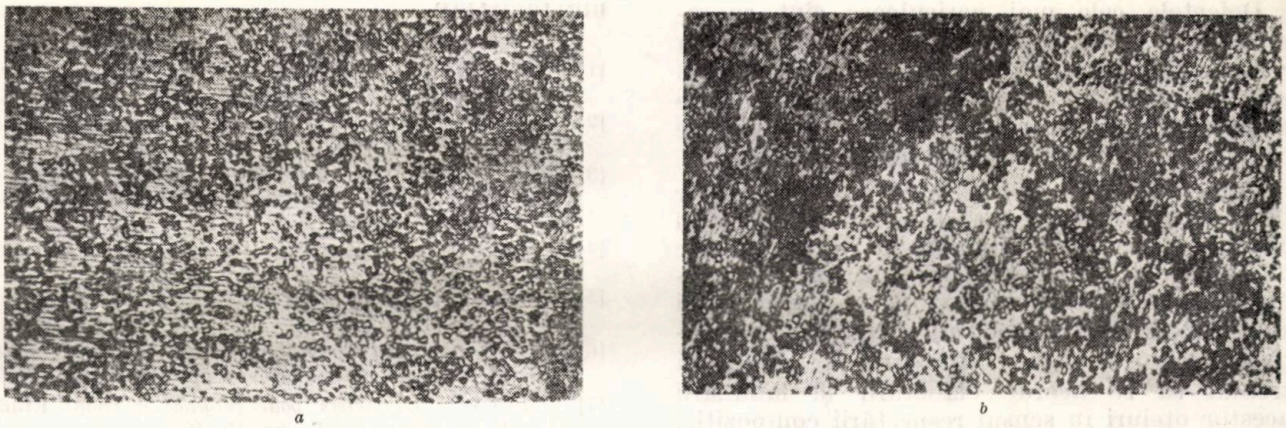


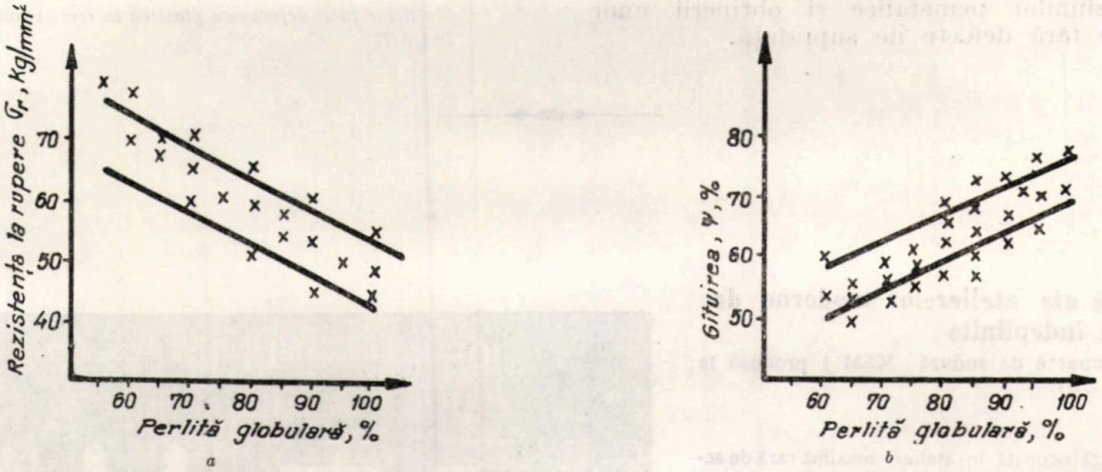
Fig. 2. Diagrama de recoacere de globulizare.

Valorile minime ale rezistenţei la rupere şi cele maxime ale gîtuirii din domeniile prezentate în figurile 4, *a* şi *b* corespund oţelurilor OLC 35, 35 C 10 şi 33 MoC 11, iar valorile maxime



a b

Fig. 3: *a* — oţel recopt la I.S.C.T. (OLT 45); *b* — oţel din import (R.F.G.).



a b

Fig. 4. Influenţa perlitei globulare asupra proprietăţilor mecanice ale oţelurilor: *a* — rezistenţa la rupere funcţie de perlita globulară; *b* — gîtuirea ψ % funcţie de perlita globulară.

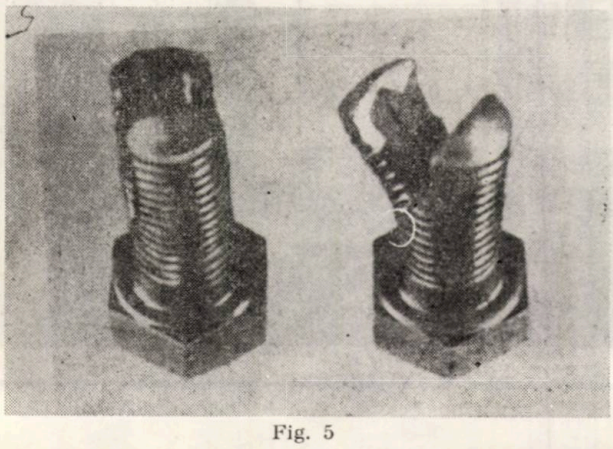


Fig. 5

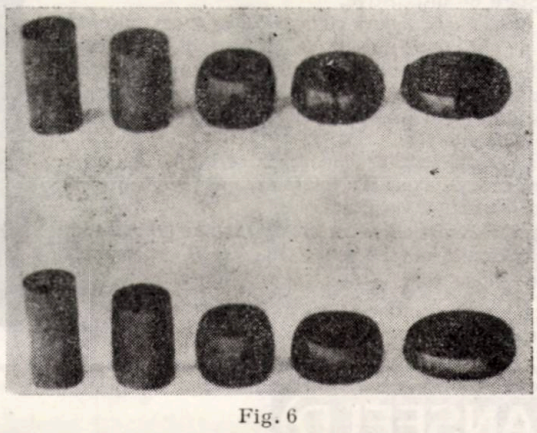


Fig. 6

ale rezistenţei şi minime ale gîtuirii au fost obţinute în cazul oţelurilor OLC 45, 40 C 10 şi 41 MoC 11.

Influenţa incluziunilor nemetalice asupra proprietăţilor de deformabilitate ale oţelurilor prelucrate prin presare la rece a fost studiată şi evidenţiată în procesul practic de obţinere a şuruburilor şi piuliţelor pe maşini, la F.S. Braşov. S-a constatat că incluziunile fragile sînt mai dăunătoare decît cele plastice atunci cînd depăşesc punctajul 4. Pentru incluziunile plastice punctajul maxim admis este de 5.

Incluziunile nemetalice de cele mai multe ori grupate şi orientate în direcţia laminării în procesul de refulare, ce se produce în direcţia transversală, duc la apariţia unor defecte, ca: fisuri adînci în capul şurubului, aplicarea tijei în timpul rulării filetului (fig. 5), smulgeri de material, uzuri pronunţate de scule.

În afară de incluziuni defectele de suprafaţă sub formă de fisuri, crăpături, suprapuneri de metal etc. constituie de asemenea una din principalele cauze de rebutare a pieselor.

Defectele cele mai periculoase sînt suprapunerile de metal deoarece la deformarea la rece ele se transformă în fisuri adînci. În figura 6 este prezentat un material cu suprapunere evidenţiată prin încercarea de refulare la rece comparativ cu un material corespunzător.

Folosirea unui semifabricat corespunzător (lingouri sau ţagle) şi stabilirea unor tehnologii optime de laminare, trefilare şi recoacere, duc la obţinerea caracteristicilor mecanice şi tehnologice corespunzătoare şi la obţinerea unui strat decarburat cu o adîncime corespunzătoare acestor oţeluri. O importanţă deosebită trebuie să se acorde elaborării şi laminării acestor oţeluri în sensul respectării compoziţiei chimice prescrise, limitării la valorile minime a incluziunilor nemetalice şi obţinerii unor laminate fără defecte de suprafaţă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mantea St. şi Dulămiţă T. *Teoria şi practica tratamentelor termice.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1967.

[2] Contorovici I.E. *Tratamentul termic al oţelului şi fontei.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1963.

[3] Cijicov Iu.M. *Procesele de deformare plastică a oţelurilor aliate şi aliajelor neferoase speciale.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1969.

[4] Adrian M. *Laminarea oţelurilor.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1963,

[5] Schumann H. *Metalurgia fizică.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1962

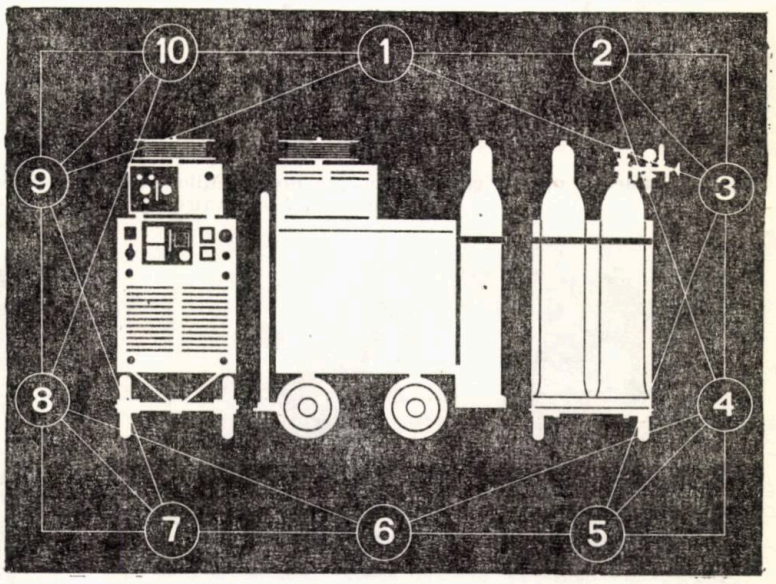
[6] * * * *Reducerea stratului decarburat la oţelurile aliate.* M.I.M Culegere de material documentar, nr. 16, 1967.

[7] Metais D. *Aciers pour forgeage à froid.* Ètude bibliographique, C.I.T., nr. 10, 1970.

[8] * * * *Oţel calibrat, destinat fabricării şuruburilor şi piuliţelor prin deformare plastică la rece.* Proiect STAS 794/3-72.

zece cerinţe ale atelierelor moderne de sudură sînt îndeplinite

de maşina compactă de sudură KSM 1 produsă la FINSTERWALDE



Minimă suprafaţă ocupată în atelier, maximă rază de acţiune, deplasare lesnicioasă, ridicată valoare pentru viteza de avans a sîrmei electrod, comanda avansului sîrmei prin amplificatori magnetici, posibilitate de folosire versatilă prin adaptare de dispozitive,
poate fi utilizată la sudură cu material de aport, folosind tehnica impulsului în curent de gaz, metoda atmosferei de protecţie de CO_2, tehnica arcului voltaic scurt şi metoda sudurii sub flux, poate fi echipată cu redresor adiţional pentru sudură prin rezistenţă în curent de gaz şi prin electrozi de contact,
adaptarea caracteristicilor dinamice la cerinţele operaţiei de sudură care se execută, folosirea unor elemente şi organe constructive verificate.

Acestea sînt avantajele ce caracterizează maşina compactă de sudură alcătuită din redresorul KG 400 VC şi aparatul de sudură MSH VI.

Merită ca aceste avantaje să fie folosite.
Vă informăm şi vă sfătuim cu plăcere în acest domeniu

MANSFELD

VEB MANSFELD KOMBINAT WILHELM PIECK
BETRIEB FÜR SCHWEISSTECHNIK FINSTERWALDE
DDR 798 FINSTERWALDE · DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

EXPORTEUR:

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT

VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Cei interesaţi sînt rugaţi să se adreseze la :
Biroul tehnic-comercial al întreprinderii de comerţ exterior ELEKTROTECHNIK
Ambasada R.D.G. în R.S.România
Calea Dorobanţilor 14, Bucureşti
Telefon: 31.69.30
Telex: 309

PUBLICOM

Ing. V. Zubac
Institutul politehnic — Cluj

Metodă, instalație și cercetări experimentale privind comportarea la șoc termic a unor fonte cu grafit nodular

CZ 669.131.7 :536.21

În cazul pieselor turnate șocul termic constituie o solicitare periculoasă, mai ales pentru acele piese care fie datorită unei turnări incorecte, fie a unei distribuții necorespunzătoare a maselor, sînt supuse unor tensiuni interne importante. Aceste tensiuni se pot reduce în mod apreciabil dar nu complet [1].

Piesele turnate din fontă cu grafit sferoidal, care în timpul funcționării sînt expuse la șocuri termice (armături la agregatele termice, forme permanente de turnare, forme pentru industria sticlei etc.), suportă fluctuații termice de o anumită frecvență care, datorită fenomenelor complexe de dilatări și contracții, provoacă stări de tensiune în zonele reci și de compresiune în cele calde. Contracțiile care rezultă pot să depășească rezistența aliajului și să provoace crăpături sau fisuri. În cazul unor asemenea piese șocul termic reprezintă o solicitare fundamentală, piesa turnată trebuind să reziste la această solicitare înainte de a suporta acțiunea oxidării și a creșterii.

Cercetările la șoc termic s-au făcut pe epruvete de cele mai diverse tipuri: cutie [2], tubulare [3], cilindrice [4] sau bucșă [5]; fiecare din aceste tipuri dau rezultate pozitive în ceea ce privește posibilitatea interpretării aptitudinii de rezistență la fisurare a aliajului respectiv.

În cele ce urmează se indică metoda și instalația construită pentru încercarea la șoc termic a aliajelor, în cazul de față a unor fonte cu grafit nodular hipereutectice, cu carbonul echivalent cuprins între 4,50 și 4,83%. Metoda constă din încălzirea unei epruvete tip inel (fig. 1), cu ajutorul unui inductor de înaltă frecvență, de diametru mai mic decît diametrul interior al epruvetelor. După o durată corespunzătoare de încălzire, epruveta se răcește prin imersie într-o baie în care apa este în permanentă circulație. Dispozitivul permite menținerea constantă a duratei de încălzire, de răcire, a cursei de ridicare și coborîre; în acest fel diagrama ciclului de șoc termic este menținută constantă. Metoda adoptată caută să reproducă fenomenul acțiunii termice a metalului fluid asupra pereților dinspre interior ai formelor permanente. Prin faptul că solicitarea termică a epruvetelor nu se face prin intermediul aliajelor lichide, fenomenele nu sînt reproduse în toată complexitatea lor. În schimb metoda propusă dă posibilitatea automatizării ciclului de solicitare în condițiile păstrării unor parametri constanți ai experienței. În acest caz se pot face studii comparative, care duc la concluzii acceptabile în ceea ce privește comportamentul fontelor de diferite compoziții și structuri sub aspectul rezistenței la fisurare.

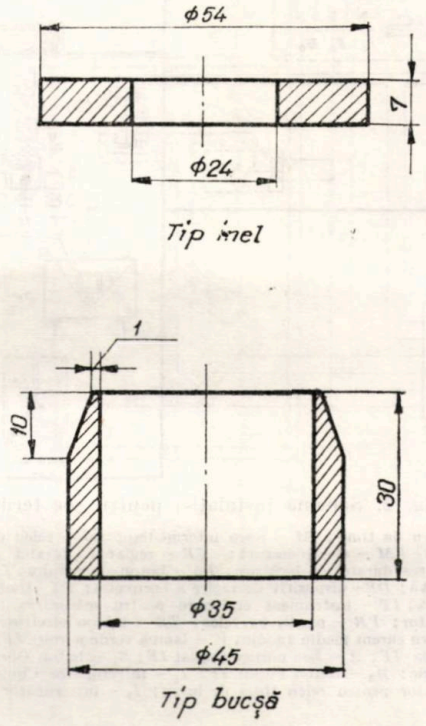


Fig. 1. Dimensiunile epruvetelor pentru șoc termic.

Dispozitivul conceput constă dintr-o parte mecanică și una electrică (fig. 2), fiind adaptat la un generator de înaltă frecvență de $P = 5$ kVA și $f = 1{,}9$ MHz (fig. 3).

Se pun sub tensiune circuitele de 24; 90 și 110 V (fig. 2); în acest caz se acționează asupra motorului și electromagnetului aparținînd releului RT și asupra electromagnetului RI, care deschide contactele 7—8. După scurgerea timpului pentru care a fost reglat releul RT, contactele 3—4 și 5—6 se închid simultan; astfel electromagnetul EM intră în funcțiune, armătura cilindrică este atrasă în jos, iar piesa se ridică în dreptul inductorului, în poziția de încălzire.

La cursa în jos, armătura, închizînd contactele 13—14, pornește generatorul Bp. În același moment se întrerup contactele 9—10; 11—12; 3—4 și 5—6, iar contactele 7—8 se închid și astfel electromagnetul EM este menținut în poziția de lucru. În această poziție are

loc încălzirea epruvetei pe o durată care se reglează pe releul de timp al agregatului.

După ce se scurge timpul de încălzire, reglat pe T_1, se închid contactele 9—10 și 11—12. Bobina releului intermediar *RI*, fiind parcursă

	RT1 (A)						RI (B)		RG (C)				EM (D)	
	I		II		III									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Repaus														
Încălzire	D		D		D		1	1	D	D	D	D	1	1
Răcire							D	D	1	1	1	1	D	D

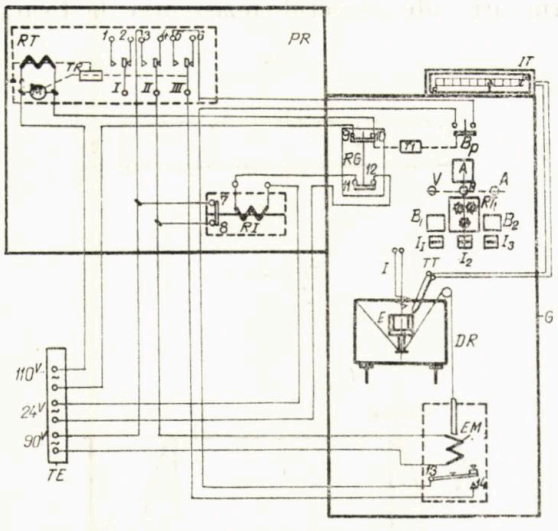


Fig. 2. Schema instalației pentru șoc termic:

IRT — releu de timp; *RI* — releu intermediar; *RG* — releu de timp (din generator); *EM* — electromagnet; *TR* — reglarea duratei de răcire; *TI* — reglarea duratei de încălzire; *Bp* — buton de pornire; *I* — inductor; *E* — epruvetă; *DR* — dispozitiv de răcire a epruvetei; *TT* — traductor pentru temperatură; *IT* — instrument etalonare pentru măsurarea temperaturii; *G* — generator; *PR* — panou cu relee; *TE* — tablou electric; *A* — ampermetru pentru curent mediu anodic; *V* — lampă verde pornire *IF*; *R* — lampă roșie Avaria *IF*; *A* — bec normal Cuplat *IF*; B_1 — buton Oprit *IF*; RI_1 — releu electric; B_2 — buton Pornit *IF*; I_1 — întrerupător Cuplat *IF*; F_2 — întrerupător pentru releu timp de lucru; I_3 — întrerupător principal.

de curent, atrage armătura și deschide contactele 7—8 care întrerup circuitul electromagnetului *EM*. Armătura face cursa de ascensiune care are drept urmare, pe de o parte, deschiderea contactelor 13—14, care opresc automat generatorul, iar, pe de altă parte, piesa face cursa în jos, intrînd în apa de răcire. Durata de răcire este controlată de releul *RT*; după scurgerea timpului din nou se închid contactele 3—4 și 5—6 și ciclul se repetă.

Calculul termoelectric, care constă din găsirea soluției ecuației Fourier cu partea dreaptă, considerîndu-se parametrii geometrici, termici și fizici ai epruvetelor adoptate pentru cercetare, duce la găsirea distribuției $T_0/T_k = f(\tau)$ unde T_0 este temperatura de suprafață considerată constantă; T_k — temperatura în stratul k; τ — criteriul Fourier (fig. 4). Pentru $T_0/T_k = 1{,}27$; $\tau = 0{,}11$, durata de încălzire $t_k = 4$ s. Puterea specifică necesară $p_0 = 0{,}7$ kW/cm² duce la o solicitare a generatorului pînă la 3,6 kVA.

Pentru încercări s-au utilizat trei șarje de fontă cu grafit nodular: șarja *1*: 3,52% C; 2,97% Si; 0,29% Mn; 0,028% S și 4,52% C_e; șarja *2*:

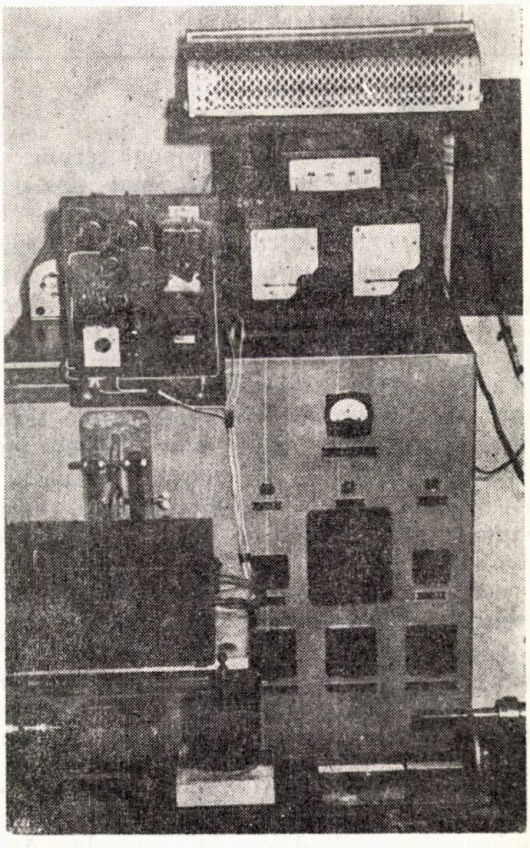


Fig. 3. Instalația pentru șoc termic.

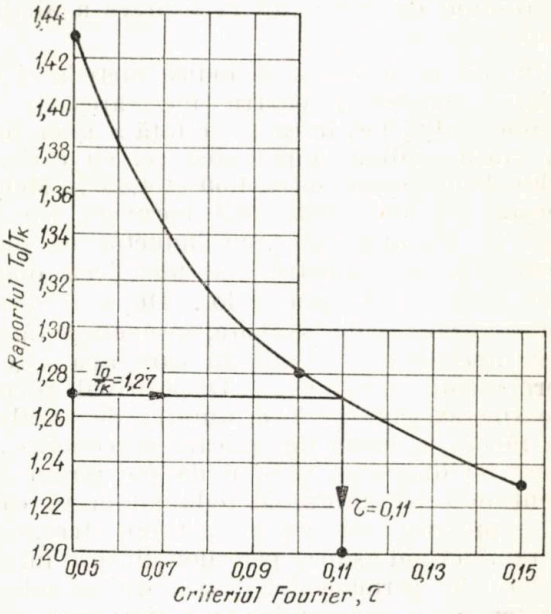


Fig. 4. Curba $T_0/T_k = f(\tau)$ pentru epruveta din figura 1.

3,64% C; 2,95 % Si; 0,31% Mn; 0,030% S; 4,64% C_e; șarja *3*: 3,83% C; 2,96% Si; 0,33% Mn; 0,030% S; 4,83% C_e.

Tabela 1

Nr. șarjă	Numărul de șocuri											
	50		60		90		120		150		200	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
1	7,5	33	7,5	45	10	59	11,50	79	15	88,5	25	100
2	6,5	41	6	24	7	46	10	71	11	66	20	106
3	2	8,50	7	40	10	58	10	60	8,5	53	11	77

Obs.: *a* — media numărului de fisuri pe epruvetă;
b — media lungimii totale a fisurilor pe epruvetă, mm.

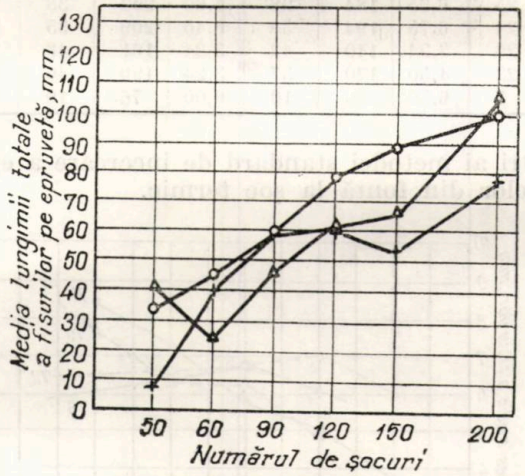


Fig. 5. Media lungimii totale a fisurilor pe epruvetele inelare în funcție de numărul de șocuri termice aplicate: O — epruvete din șarja *1*; Δ — epruvete din șarja *2*; + — epruvete din șarja *3*.

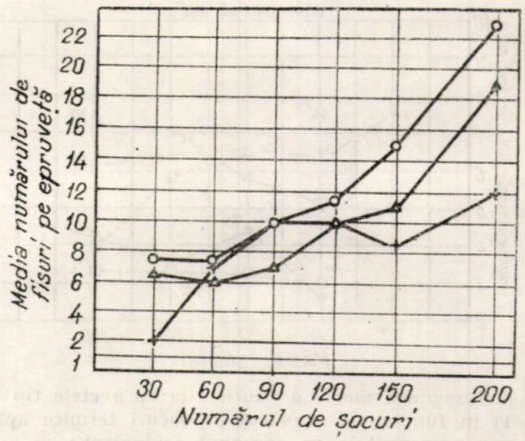


Fig. 6. Cinetica fisurației epruvetelor inelare în funcție de numărul de șocuri termice aplicate:
O — epruvete din șarja *1*; Δ — epruvete din șarja *2*; + — epruvete din șarja *3*.

Rezultatele cercetărilor efectuate sînt concentrate în tabela 1. Analiza fisurilor, numărarea și măsurarea lor s-au făcut cu ajutorul unei lupe binoculare model HVN 1.

Curbele din figurile 5 și 6 ilustrează variația mediei lungimii totale a fisurilor, respectiv cinetica fisurilor la epruvetele tip inel adoptate. O dată cu creșterea cantității procentuale de carbon echivalent, curbele coboară spre axa absciselor, demonstrînd tendința fontelor respective de a prezenta valori cît mai mici ale lungimii totale a fisurilor și a numărului de fisuri pe epruvetă. În cazul condițiilor severe

Tabela 2

Nr. epruvetei	Compoziția chimică, %					Numărul de șocuri				
	C	Si	S	Mg_{rem}	C_e	30	60	90	120	150
						Lungimea fisurilor, mm				
71	3,60	2,07	0,039	0,050	4,29	90	176	251	314	356
72	3,72	1,80	0,039	0,048	4,32	42	149	228	266	290
73	3,70	1,92	0,039	0,049	4,34	60	120	191	224	252
74	3,76	1,83	0,039	0,049	4,37	34	100	185	266	315
75	3,80	1,86	0,040	0,050	4,42	0	44	162	184	292
76	3,86	1,86	0,039	0,050	4,48	0	48	162	194	209
77	3,85	2,25	0,040	0,053	4,60	0	53	94	140	161
78	3,90	2,19	0,040	0,052	4,63	0	21	99	120	190
79	3,90	2,70	0,041	0,057	4,80	0	45	46	60	76
80	3,92	3,00	0,041	0,060	4,92	0	0	0	0	0
81	3,92	3,18	0,041	0,061	0,98	0	0	0	0	0
82	3,96	3,75	0,041	0,066	5,20	0	0	0	0	0

de experiență, în care au fost supuse epruvetele, numărul de fisuri crește simțitor după aproximativ 150 șocuri. O zonă relativ mai mică de dispersie se amplasează între 90 și 120 șocuri.

S-au făcut experiențe și cu epruvetele tip bucșă (fig. 1) în condițiile reglării generatorului C.I.F. la o putere de lucru de 2,5 kVA, realizîndu-se o putere specifică de aproximativ 0,20—0,25 kW/cm². Epruvetele s-au realizat din fonta de Vlahița de compoziție: 4% C; 1,77% Si; 0,62% Mn; 0,13% P și 0,04% S. Corecția în carbon pentru variația carbonului echivalent s-a făcut cu grafit de electrozi, elaborarea fontei făcîndu-se într-un cuptor cu inducție de laborator de 30 kg, acționat de generatorul de medie frecvență 8 kHz și putere 100 kW. Analiza chimică a epruvetelor și lungimea totală a fisurilor pe fiecare fel de epruvetă (s-a luat lungimea medie a fisurilor măsurate la două epruvete de aceeași compoziție după fiecare ciclu de șocuri termice) se prezintă în tabela 2, iar lungimea medie a fisurilor pe epruvetă, la sfîrșitul fiecărui ciclu de 30 șocuri termice, este ilustrată în tabela 3. Lungimile totale ale fisurilor și lungimile lor medii, în funcție de ciclurile termice aplicate, sînt reprezentate în figurile 7 și 8. Experiențele demonstrează că fisurarea epruvetelor a început de la 30—40 șocuri.

Din figura 7 se observă că cu cît crește C_e cu atît curbele se apropie de abscisă, iar panta lor se micșorează, cu alte cuvinte lungimea totală a fisurilor nu crește atît de intens cu mărirea ciclurilor de șoc termic.

Din figura 8 reiese că lungimea medie a fisurilor devine aproximativ constantă și aceasta cu atît mai pregnant, cu cît crește valoarea carbonului echivalent (C_e 3,7—3,8%). Din tabela 2 se observă că la fontele hipereutectice (C_e>4,8%) nu s-au obținut fisuri nici după 150 șocuri. Acest lucru s-ar putea explica mai ales prin faptul că creșterea carbonului echivalent s-a făcut pe seama creșterii apreciabile a procentului de siliciu.

Tabela 3

Epruveta din şarja nr.	Numărul de şocuri														
	30			60			90			120			150		
	mm	nr.	med	mm	nr.	med	mm	nr.	med	mm	nr.	med	mm	nr.	med
71	90	18	5	176	34	5,18	251	43	5,8	314	44	7,08	356	50	7,13
72	42	7	6	149	21	7,11	228	33	6,83	266	40	6,66	290	44	6,60
73	60	8	7,5	120	19	6,30	191	29	6,58	224	34	6,58	252	40	6,22
74	34	9	3,8	100	20	5,00	185	29	6,38	266	36	7,36	315	37	8,50
75	—	—	—	44	9	4,80	162	25	6,35	184	28	6,60	292	38	7,70
76	—	—	—	48	8	6,00	162	24	6,75	194	30	6,45	209	35	5,96
77	—	—	—	53	19	2,80	94	29	3,24	140	42	3,34	161	48	3,35
78	—	—	—	21	8	2,62	99	22	4,50	120	37	3,24	190	46	4,12
79	—	—	—	45	6	7,50	46	7	6,50	60	10	6,00	76	19	4,00

În concluzie se poate afirma că metoda şi instalaţia realizată dau posibilitatea unei definiri a rezistenţei la fisurarea aliajelor, în particular a fontelor. Această posibilitate se bazează pe acceptarea epruvetei, a ciclului termoşoc standard şi a indicatorilor: lungimea medie a fisurilor de un anumit gen (de pildă cele detectate la lupa binoculară sau prin metoda defectoscopiei magnetice etc.) şi numărul de şocuri aplicat.

Experienţele realizate pînă în prezent demonstrează că în condiţiile de şoc adoptate, dispersia punctelor experimentale se restrînge în intervalul de 90—120 şocuri. Acest fapt poate constitui o bază de plecare la stabilirea unor parametri ai metodei standard de încercare a epruvetelor din fontă la şoc termic.

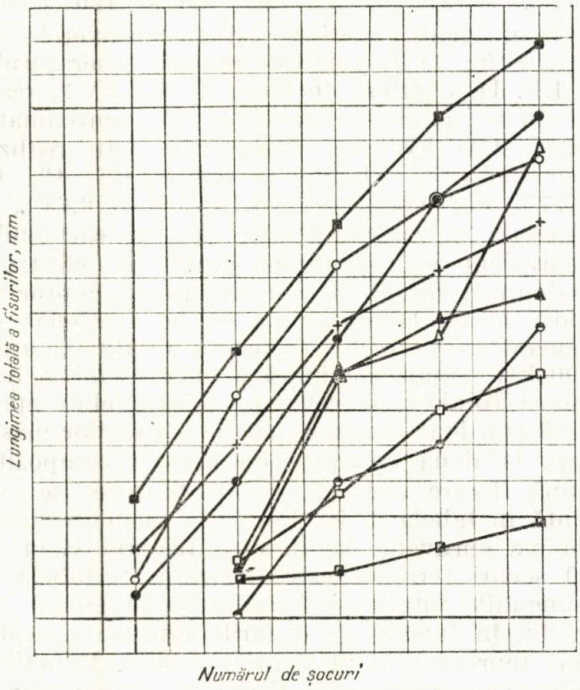


Fig. 7. Cinetica fisuraţiei epruvetelor tip bucşă (fig. 1) în funcţie de numărul de şocuri termice aplicate. Epruvetele: ■ – nr. 71; ● – nr. 74; △ – nr. 75; ○ – nr. 72; + nr. 73; ▲ – nr. 76; ◓ – nr. 78; □ – nr. 77; ◪ – nr. 79.

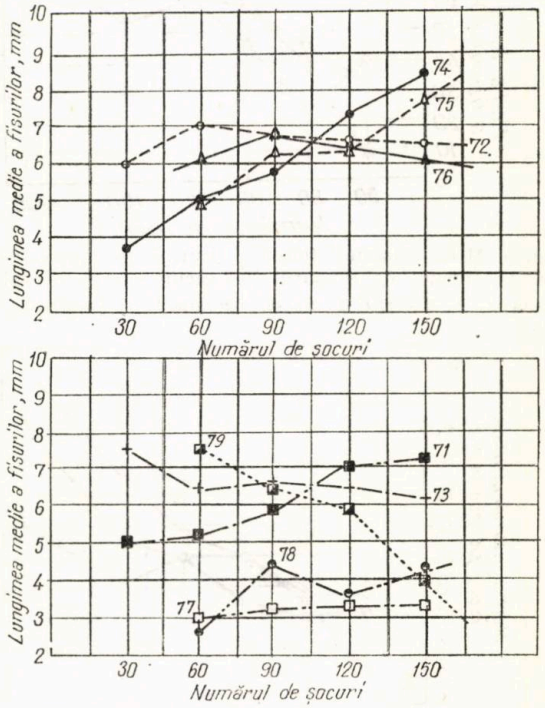


Fig. 8. Lungimea medie a fisurilor la epruvetele tip bucşă (fig. 1) în funcţie de numărul de şocuri termice aplicate. Epruvetele cu carbonul echivalent:
■ – 4,29%; ● – 4,37%; △ – 4,42%; ○ – 4,32%; + – 4,34%; ▲ – 4,48%; ◓ – 4,63%; □ – 4,60%; ◪ – 4,80%.

BIBLIOGRAFIE

[1] Zubac V. *Contribuţii la studiul fontelor cu grafit nodular pentru turnarea pieselor cu pereţi subţiri.* Teză pentru obţinerea titlului de doctor inginer. Institutul politehnic—Cluj, 1969, p. 73—80.

[2] Hallett M. *Încercările fontelor refractare.* Journal of the Iron and Steel Institute, aprilie 1952, p. 321—329.

[3] Eichhorn. *Wärmescholkwerhalten von Stählen und Hochtemperaturwerkstoffen.* Stahl und Eisen nr. 19, septembrie, 1960, p. 1275.

[4] Evans J.W. *Thermalshock Some experimente with Cast Iron.* Journal ot the British Cast Iron Research Association, iunie, 1955, p. 643—654.

[5] Margerie J.C., Decrop M. şi Cappolani J. *Contribution à l'étude de la résistance des fontes au choc thermique.* Fonderie nr. 201, 1962, p. 404—420.

Prof. dr. docent ing. V. Armeanu
și ing. Ileana Niculescu
Institutul politehnic „Gh. Gheorghiu-Dej"
București

Determinarea fotocolorimetrică a cuprului la depunerile electrografice ale unor aliaje pe bază de cupru

CZ 669.3 : 543.432

Au fost studiate depunerile electrografice ale cuprului din cupru electrolitic, bronzuri, bronzuri cu aluminiu, alamă (Cu, Zn, Pb) și din aliajele D_1 (3,8—4,8% Cu; 0,4—0,8% Mg; 0,4—0,8% Mn; 0,7% Fe, Si, Ni; 0,3% Zn) și B.. A.I.N. 10—4—4L (3,5—5,5% Ni; 9,5—11% Al; 3,5—5,5% Sn, rest Cu).

S-a folosit ca suport hîrtie de filtru și diferiți electroliți. S-a variat timpul de contact, diferența de potențial și electrolitul (natura și cantitatea). Probele electrografice au fost citite în soluții la un spectrocolorimetru SPECOL, obținîndu-se o precizie de ordinul metodelor semicantitative și cantitative.

În acest scop s-a confecționat un electrograf asemănător cu cel conceput de Stephen [1], care constă dintr-un ansamblu catodic format dintr-un cilindru de material neconducător, care conține un piston de aluminiu de diametru 5 mm. Polul pozitiv se leagă printr-un contact de oțel. În circuit se introduce o rezistență ce limitează curentul la aproximativ 100 mA, un miliampermetru și un voltmetru.

Suprafața aliajelor s-a curățat cu șmirghel pentru a asigura un contact bun la electroliză. Deasupra probei s-a pus o hîrtie de filtru umezită cu o picătură de electrolit. Drept electroliți s-au folosit: H_2SO_4 2n, HNO_3 2n, HCl 2n, HCl 6n, HCl 12 n.

Proba a fost făcută anod prin contactul de oțel, iar catodul s-a aplicat peste hîrtia umezită cu electrolit, timp de 20—60 s. O cantitate foarte mică de metal μ_g trece prin dizolvarea anodică pe hîrtia umezită cu electrolit.

Proba electrografică a fost dizolvată în apă, tratată cu acid rubeanic în mediu amoniacal și apoi citită la spectrocolorimetru, la o lungime de undă de 640 mμ.

Lucrarea a avut drept scop:

— stabilirea influenței diferiților parametri ca: natura electroliților, concentrația electroliților, timpul, cantitatea de electrolit, diferența de potențial asupra depunerilor electrografice și

— verificarea posibilităților de determinare semicantitativă și cantitativă a cuprului din diferite aliaje pe bază de cupru, prin această metodă.

În ceea ce privește influența diferiților parametri, la cele șase aliaje, s-a lucrat cu HNO_3 2n, H_2SO_4 2n, HCl 2n, HCl 6n, HCl 12 n, timp de 10—60 s, la 2V, 4V, 6V, 8V, 12V, rezultatele fiind trecute în diagramele I.t (intensitatea dată în mA și timpul în s). Pentru a nu încărca prea mult graficele s-au trecut curbele doar pentru primele trei aliaje.

Din grafice se vede că intensitatea curentului este maximă în primele 5—10 s, scăzînd apoi brusc. Cu excepția diagramei din figura 4, la care variază concentrația acidului și, în unele cazuri, curbele cresc în timp, în diagramele din figurile 1, 2 și 3 curbele scad, indiferent de natura electrolitului, de diferența de potențial sau de cantitatea de electrolit. În aceste cazuri este suficientă urmărirea depunerilor electrografice timp de 10—30 s, iar cînd se variază concentrația electrolitului, timp de 60 s. Din figura 1 se vede că depunerile sînt mai intense în cazul cuprului electrolitic, cînd s-a folosit drept electrolit HCl, iar în cazul bronzurilor, H_2SO_4. Din figura 2 se vede că în toate cazurile creșterea voltajului duce la o intensificare a depunerilor, în același sens acționînd și creșterea cantității de electrolit (fig. 3). De asemenea, concentrația electrolitului duce la o creștere a depunerilor.

Diagramele folosesc la calculul produsului I.t din formula lui Jaluvka [2] care, introdus apoi în formula lui Glazunov [3], permite calcularea cantităților de element depus la electrografiere.

Referitor la determinarea cuprului din diferite aliaje, rezultatele sînt trecute în tabelele 1, 2, 3 și 4 (valorile sînt date în 10^{-6} g).

Calculul cantităților de element dizolvate anodic s-a făcut folosind formula lui Glazunov, și anume:

$$G = \frac{I \cdot t \cdot E_c \cdot P}{100 \cdot Q},$$

unde: G este cantitatea depusă, mg;
I — intensitatea, mA;
t — timpul, s;
E_c — echivalentul electrochimic, mg;
P — procentul element, aliaj;
Q — suprafața atacată, cm².

Deoarece produsul I.t nu este constant, ceea ce se vede din diagramele I.t, la calcularea lui s-a folosit formula lui Jaluvka:

$$I \cdot t = \left(\frac{I_0 + I_n}{2} + \sum_{1}^{n-1} I_n \right) t,$$

unde: I_0 este intensitatea inițială;
I_n — intensitatea finală.

Din tabele se vede că determinarea cuprului se face fie cantitativ, fie semicantitativ. Chiar şi în cazul depunerilor de pe cuprul electrolitic se observă erori destul de mari, datorită probabil citirilor la miliampermetru, care făcute chiar la intervale scurte nu arată variaţia exactă a curentului în timp. S-au obţinut rezultate mai bune, putîndu-se determina cuprul cantitativ, lucrînd la 6V, în cazul aliajelor Bz 10 T şi V_{65} cu electrolit HCl 2n, la aliajul AM_{58} cu electrolit H_2SO_4 2n şi $BzAl_9$ cu electrolit NO_3H 2n.

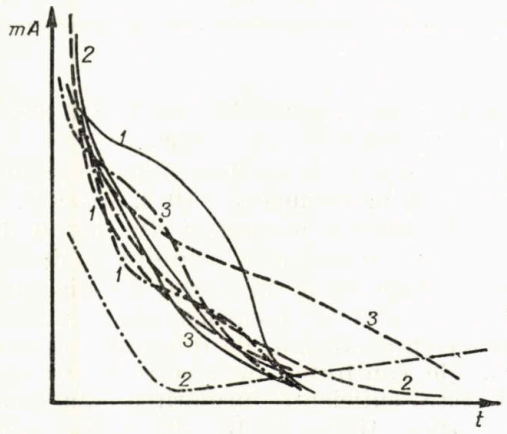


Fig. 1. ——— : *1* — Cu, HCl 2n ; *2* — Cu, HNO_3 2n ; *3* — Cu, H_2SO_4 2n ;
— — — : *1* — Bz 10T, HCl ; *2* — Bz 10T, HNO_3 ; *3* — Bz10T, H_2SO_4 ;
— · — · — : *1* — $BzAl_9$, HCl ; *2* — $BzAl_9$, HNO_3 ; *3* — $BzAl_9$, H_2SO_4.

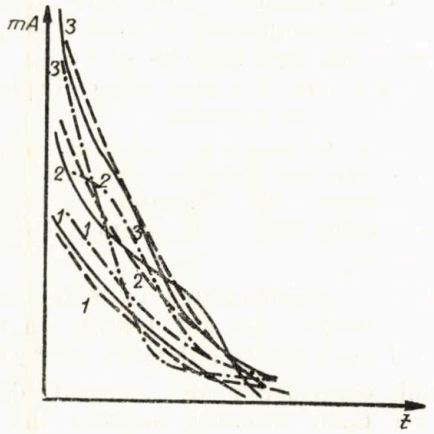


Fig. 2. ——— : *1* — Cu, 2V ; *2* — Cu, 6V ; *3* — Cu, 12V ;
— — — : *1* — Bz10T, 2V ; *2* — Bz10T, 6V ; *3* — Bz 10T, 12V ;
— · — · — : *1* — $BzAl_9$, 2V ; *2* — $BzAl_9$, 6V ; *3* — $BzAl_9$ 12V.

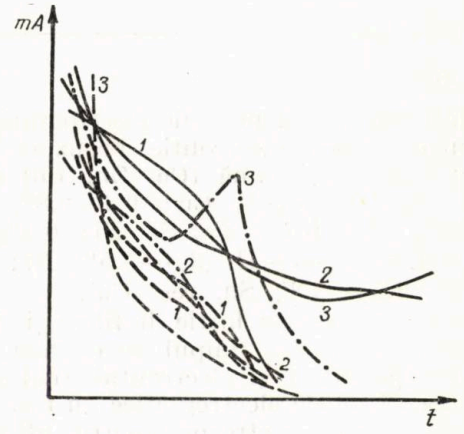


Fig. 3. ——— : *1* — Cu, 0,25μ *I* ; *2* — Cu, 0,8μ *I* ; *3* — Cu, 1,6μ*I* ;
— — — : *1* — Bz 10T, 0,25μ *I* ; *2* — Bz10T, 0,8μ *I* ; *3* — Bz 10 T, 1,6μ *I* ;
— · — · — : *1* — $BzAl_9$, 0,25μ*I* ; *2* — $BzAl_9$, 0,8μ*I* ; *3* — $BzAl_9$, 1,6μ *I*.

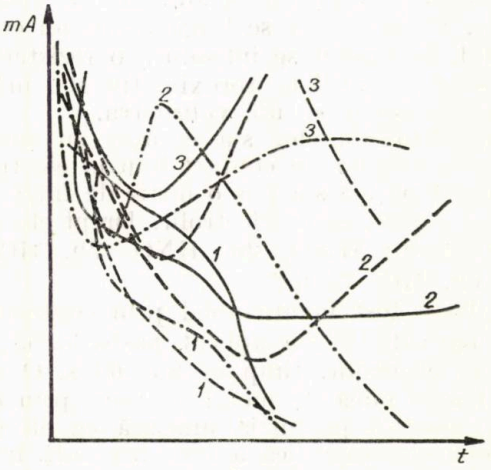


Fig. 4. ——— : *1* — Cu, HCl 2n ; *2* — Cu, HCl 6n ; *3* — Cu, HCl, 12n ;
— — — : *1* — BzAl 10T, HCl 2n ; *2* — Bz Al 10T, HCl 6n ; *3* — BzAl 10T, HCl 12 n.
— · — · — : *1* — $BzAl_9$ HCl 2n ; *2* — Bz Al_9HCl 6n ; *3* — $BzAl_9$HCl 12 n.

Tabela 1

Aliajul	HCl 2n		Eroarea relativă, %	$HNO_3$2n		Eroarea relativă, %	H_2SO_4 2n		Eroarea relativă, %
	calculat	găsit		calculat	găsit		calculat	găsit	
Cu	22	24	9	19	16	15	6,8	7,4	8
Bz 10T	9	8,7	3	22	20	9	19	26	36
Bz Al_9	5,8	4,9	15	24	25	4	19	21	11
AM_{58}	1,4	1,5	6	7,5	8	6,5	9,8	10	2
V_{65}	14	13	7	20	22	10	6,7	8,5	26
Bz AlN 10—4—4L	0,9	1,0	10	2	2,6	30	0,9	1,1	21

Tabela 2

Aliajul	HCl 2n 2V		Eroarea relativă, %	HCl 2n 4V		Eroarea relativă, %	HCl 2n 6V		Eroarea relativă, %	HCl 2n 8V		Eroarea relativă, %	HCl 2n 12 V		Eroarea relativă, %
Cu	7,2	8	11	7,9	8,9	12	22	24	9	15	16	6	8	11	37
Bz 10T	6	9	30	6	6	0	9	8,7	3	10	13	30	10	9,7	3
Bz Al_9	5,4	5,6	4	11	8,6	21	5,8	4,9	15	7,0	6,8	3	7,2	6,3	13
AM_{58}	7,6	7,1	7	2,7	4,5	40	1,4	1,5	6	6	4	30	5	4,67	6
V_{65}	7	9	18	10	13	30	14	13	7	11	9	18	10	8,9	11
Bz AIN 10—4—4L	0,3	—	—	0,6	0,5	16	0,9	1,0	10	1,2	1,4	17	1,4	0,9	35

Tabela 3

Aliajul	HCl 2n calculat	HCl 2n găsit	Eroarea relativă, %	HCl 6n calculat	HCl 6n găsit	Eroarea relativă, %	HCl 12n calculat	HCl 12n găsit	Eroarea relativă, %
Cu	22	24	9	46	52	17	53	53	0
Bz10T	9	8,7	3	39	34	5	56	59	5
$BzAl_9$	5,8	4,9	15	34	29	6	69	65	5
AM_{58}	1,4	1,5	6	8	6,7	16	13	15	16
V_{65}	14	13	7	39	35	5	35	32	8
BzAIN 10—4—4L	0,9	1,0	10	1,1	0,8	27	0,9	1,3	40

Tabela 4

Aliajul	HCl 2n 0,25 calculat	HCl 2n 0,25 găsit	Eroare relativă %	HCl 2n 0,8 calculat	HCl 2n 0,8 găsit	Eroare relativă %	HCl 2n 1,6 calculat	HCl 2n 1,6 găsit	Eroare relativă %
Cu	22	24	9	71	63	11	68	63	6
Bz 10T	9	8,7	3,3	9,6	12	25	9,8	11	23
Bz Al_9	5,8	4,9	15	10	10	0	21	21	0
AM_{58}	1,4	1,5	7	18	21	16	26	29	11
V_{65}	14	13	13	16	15	5	18	14	22
BzAIN 10—4—4L	0,9	1,0	1,0	1,3	0,9	30	1,5	1,1	26

Se mai observă că mărirea voltajului ca şi a concentraţiei electrolitului provoacă o creştere a curentului în timpul depunerilor electrografice fără însă a îmbunătăţi exactitatea metodei. S-au ales drept condiţii de lucru depunerile la 6 V şi la o concentraţie a electrolitului de 2n. Mărirea cantităţii electrolitului duce, de asemenea, la o intensificare a depunerilor, erorile însă rămînînd cam de acelaşi ordin de mărime.

Se poate aprecia, în general, că la determinările cuprului din diferitele aliaje prin depuneri electrografice şi apoi colorimetrarea soluţiilor obţinute la eluarea petelor, concentraţia electrolitului, cantitatea de electrolit, voltajul nu fac decît să intensifice depunerile. Pentru îmbunătăţirea exactităţii metodei se impune o urmărire cît mai atentă a curentului în timpul depunerilor electrografice. În felul acesta se poate afla procentul de element în aliaj *P* din formula lui Glazunov. Metoda de lucru este foarte simplă şi nu necesită o dizolvare prealabilă a probelor, ceea ce scurtează foarte mult durata analizei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Stephen W. I. *Microchimica Acta*, 1956, p. 1930.
[2] Jaluvka J. *Chemie*, nr. 10, 1958, p. 631.
[3] Glazunov A. *Extr. C. R. Congr.* Chim. Ind., 1929, 1930, 1932.
[4] Stephen W. I. *Research science and iis apllication in industry*, nr. 10, 1957, p. 11.
[5] Ottendorfer L. J., Gawargions J. A. şi Hassan S. S. M. Talanta, nr. 13, 1966, p. 525.
[6] Clark B. C. şi Hale E. E. The Analyst 78, 1953, p. 145.
[7] Williams D. şi Nakhla F. M., *Bull. of the institution of mining and metallurgie 60*, 1951, p. 525.
[8] Calamari J. *Industrial and engineering chemistry*, nr. 14, 1941, p. 19.
[9] Calamari J. şi Hubata R. *Industrial and engineering chemistry*, nr. 14, 1942, p. 535.
[10] Grassely Gy. *Acta mineralogica petrografica*, nr. 10, 1957, p. 19.
[11] Grassely Gy. *Acta mineralogica petrografica*, nr. 10, 1957, p. 25.
[12] Nall W. R. şi Scholey R. Metallurgia 54, 1956, p. 97.
[13] Gaffman G. *Analytische Chemie* 244, 1965, p. 391.
[14] Tomik B. şi Matous K. *Hutn. Listy* 1, 1970, p. 47.

Manipularea materiilor prime pentru furnale la C. S. — Galați

Ing. N. Iancu
Combinatul siderurgic — Galați

CZ. 669.162.12/.14 :621.86/.87

Sectorul furnale — aglomerare din cadrul C. S. Galați este format în prezent din trei furnale de 1 700 m³ și trei benzi de aglomerare de 156 m². Furnalul nr. 3 și a treia bandă de aglomerare au intrat de curînd în funcțiune. În cadrul sectorului aceste obiective sînt deservite de gospodăria de materii prime, care asigură descărcarea, depozitarea și pregătirea materialelor prin concasare-sortare și omogenizare, precum și aprovizionarea ritmică a celor doi consumatori. Volumul mare de materiale, circa 8 mil. t/an, în etapa actuală, cît și gradul avansat de mecanizare și automatizare a proceselor de producție, au impus de la început o nouă concepție asupra organizării fluxurilor tehnologice cu operații, care prin succesiunea lor se integrează organic în procesul tehnologic ca elemente de legătură între unitățile sectorului, oferind o foarte mare elasticitate în exploatare.

Transportul materialelor de la descărcare pînă în silozurile de zi ale consumatorilor, prin toate fazele, se face integral pe transportoare, cu bandă de cauciuc, organizate în fluxuri formate din transportoare ce însumează o lungime totală de peste 17 km, cu capacități de transport proiectate între 750 și 1 500 t/h.

Gospodăria de materii prime este formată din următoarele unități principale: instalația de descărcare a vagoanelor; depozitul de materii prime; stația de concasare—sortare a minereurilor; parcul de omogenizare.

Descărcarea materiilor prime. Materiile prime sosesc la uzină în vagoane pe calea ferată. Descărcarea vagoanelor se poate face fie mecanizat, cu ajutorul culbutoarelor, fie manual, pe o estacadă. Estacada buncărelor asigură un front pentru descărcarea simultană a șase vagoane și are capacitatea de descărcare pentru 150 vagoane/zi. Ea este formată dintr-un buncăr celular cu un volum de 800 m³, prevăzut cu 12 pîlnii. Extragerea materialelor din pîlnii se asigură cu alimentatoare oscilante, cu un debit reglabil pînă la 100 m³/h fiecare. În prezent estacada constituie o rezervă pentru culbutoare, servind și pentru descărcarea eventualelor vagoane neculbutabile.

Toate culbutoarele au fost concepute și realizate integral în țară, fiind proiectate să asigure o productivitate de 15 vagoane/h, la un indice de utilizare a timpului calendaristic de 70—75%, funcție de frecvența diversității sorturilor de materiale descărcate pe zi și de locul depozitării fiecărui sort în stive. Întreru-

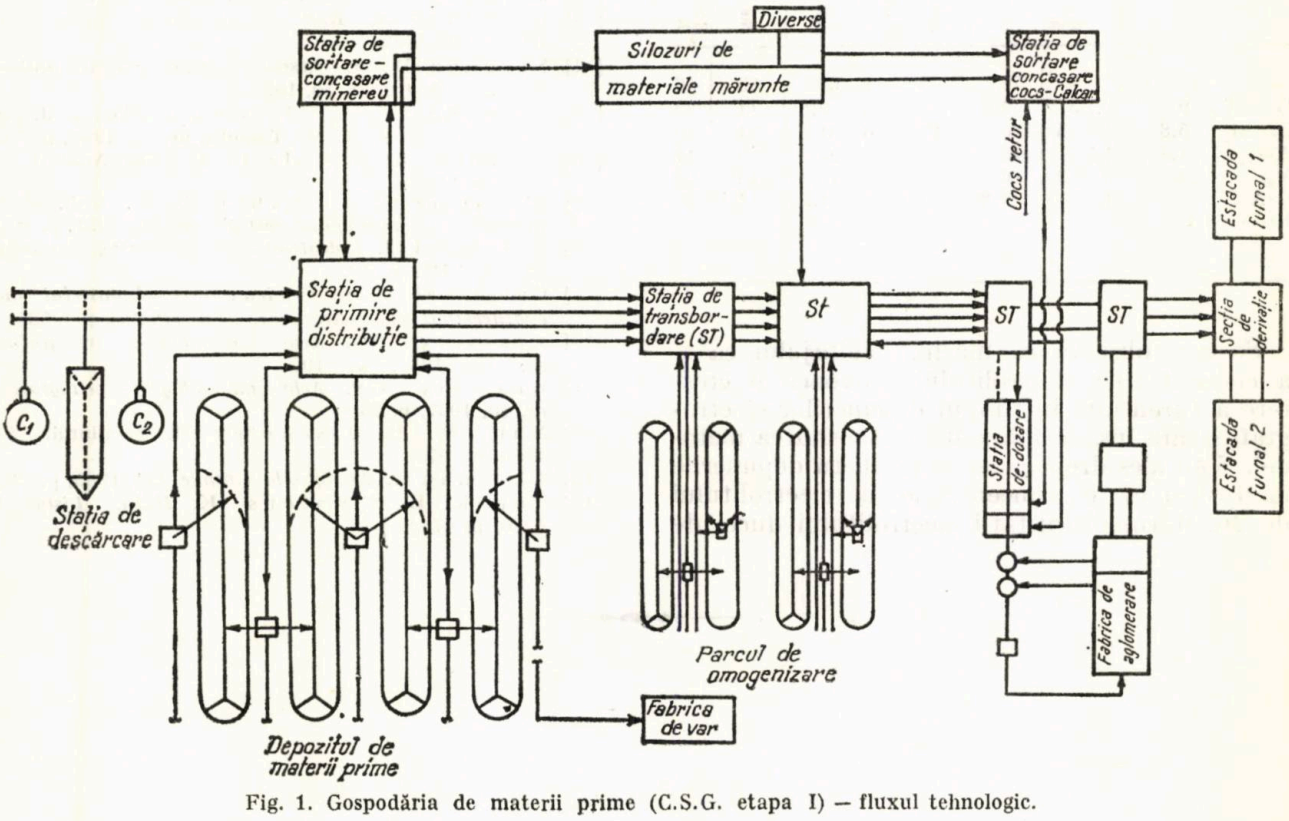


Fig. 1. Gospodăria de materii prime (C.S.G. etapa I) — fluxul tehnologic.

perile tehnologice sînt determinate de formarea unui nou flux cu o altă destinaţie sau de necesitatea mutării maşinilor de stivuit în lungul stivelor, ca urmare a schimbării sortului de material.

Culbutoarele sînt staţionare, de tip rotor, şi lucrează prin răsturnarea laterală a fiecărui vagon. În principiu fiecare culbutor se compune din două rotoare care se sprijină cu bandajele pe patru reazeme cu role, o platformă cu leagăne şi mecanismul de rotire. În timpul rotirii vagonul se reazemă pe grinzi fixate de cele două rotoare. La rotirea leagănului sub un unghi de 175—180°, materialul din vagon este descărcat în două buncăre aşezate sub culbutor, de unde este evacuat pe benzi transportoare cu ajutorul a două alimentatoare cu plăci. Golirea completă a vagonului de resturile de material lipite pe pereţii vagonului se face cu ajutorul a două electrovibratoare, care sînt pornite automat la atingerea unui unghi de circa 170°.

Vagoanele care urmează a se descărca sînt aduse pe platforma culbutorului prin împingere, cu locomotiva. Cînd rotorul începe mişcarea de rotaţie, vagonul se deplasează lateral sub acţiunea greutăţii proprii pînă cînd ia contact cu panourile de pe leagăn, după care are loc o deplasare a leagănului cu vagon pînă cînd marginea superioară a vagonului vine în contact cu grinzile, montate la partea superioară a culbutorului. Poziţiile limită ale rotorului sînt reglate cu ajutorul comandoaparatelor. Funcţionarea este semiautomată, operatorul dînd numai comenzile de răsturnare, respectiv de revenire.

Se preconizează ca la fiecare culbutor să se adopte mecanisme proprii de manevrare a vagoanelor, ceea ce va permite descărcarea unui număr de 20—24 vagoane/h.

Exploatarea celor două culbutoare pe o perioadă de peste trei ani a dat rezultate bune. Analizînd comparativ eficienţa celor două tipuri de instalaţii de descărcare, se constată că estacada buncărelor poate asigura maximum circa 50% din capacitatea de descărcare a unui culbutor, cu un efectiv de 44—48 muncitori pe fiecare schimb, culbutorul fiind comandat de un singur operator. Deşi valoarea totală a investiţiei pentru un culbutor este de circa 30% mai mare decît a estacadei, amortizarea cheltuielilor suplimentare se poate face într-un timp foarte scurt. Utilizarea culbutorului elimină munca fizică, reducînd la maximum cheltuielile de exploatare şi, totodată, evită penalizările care apar inevitabil în cazul folosirii gropilor de descărcare prin depăşirea timpului de staţionare şi de imobilizare a vagoanelor.

Rezultă că culbutoarele sînt cele mai eficiente instalaţii care accelerează şi mecanizează descărcarea vagoanelor, realizîndu-se performanţe tehnico-economice ridicate, fapt ce le face oportune pentru întreprinderile industriale consumatoare de materiale în vrac, începînd de la 1 000 000 t/an şi chiar de la 500 000 t/an, în condiţii de aprovizionare cu un grad mare de neregularitate.

Productivitatea şi indicele de utilizare a timpului de lucru al culbutoarelor sînt legate de modul de funcţionare a tuturor transportoarelor şi utilajelor aferente fluxului respectiv, de ritmicitatea aprovizionării, de numărul de sorturi de materiale intrate într-o anumită unitate de timp şi de gradul de umiditate al materialelor ce se descarcă.

Analizînd funcţionarea celor două culbutoare, în anul 1971 indicele de utilizare a timpului calendaristic a fost de 74,8%, iar productivitatea medie, de 8,6 vagoane/h şi culbutor. Au fost luni în care s-a atins în medie un nivel de descărcare de 9,9 vagoane/h pe fiecare flux de primire-descărcare. Valorificarea integrală a capacităţilor de descărcare a vagoanelor depinde în mare măsură de buna funcţionare a tuturor utilajelor, fapt ce comportă o activitate de întreţinere susţinută şi o exploatare raţională.

Depozitarea materiilor prime. Desfăşurarea în bune condiţii a procesului de producţie în sectorul furnale necesită existenţa unor stocuri de materii prime şi combustibili în capacităţi şi sortimente corespunzătoare cerinţelor realizării ritmice a planului de producţie. În condiţiile de aprovizionare specifice pentru C. S — Galaţi, depozitul de materii prime este dimensionat pentru asigurarea unei rezerve în funcţionarea furnalelor de circa 45 zile. Acest depozit este de tip descoperit, deservit cu maşini de mare productivitate, organizat cu patru stive paralele, fiecare cu o secţiune de 230 m² şi o lungime de 520 m. În curînd depozitul se va extinde cu încă două stive de aceeaşi capacitate.

Depozitarea materialelor în cele patru stive existente se face cu ajutorul a două maşini de stivuit cu braţ rotitor, fiecare maşină deservind două stive. Maşinile se deplasează pe căi de rulare de-a lungul tansportoarelor cu bandă alimentate cu materiale. Materialul deversează pe traseu în pîlnia maşinii, de unde este preluat în continuare de transportorul cu bandă lateral, situat pe braţul rotitor al maşinii şi îl depozitează în stivă, pe sorturi.

Scoaterea materialelor din stive se realizează cu ajutorul a trei maşini de scos cu braţ rotitor cu roată cu cupe care se deplasează pe căi de rulare în lungul transportoarelor de expediţie. Materialul preluat de cupe este vărsat pe transportorul de pe braţul maşinii, iar de aici, prin intermediul unui buncăr de pe maşină, materialul este preluat în continuare de transportorul pentru expediat din depozit. Maşinile de scos au posibilitatea de a se deplasa de la

o stivă la alta cu ajutorul unui transbordor, situat la capătul stivelor.

Utilizarea eficientă a capacităților de depozitare depinde atît de numărul sorturilor de materiale existente în depozit, cît și de modul de repartizare a acestora în stive. Pentru folosirea mai rațională a spațiilor de depozitare s-au prevăzut silozuri acoperite pentru stocarea combustibilului mărunt destinat fabricii de aglomerare. Anexat s-au prevăzut silozuri subterane pentru descărcarea deșeurilor (praf de furnal și țunder) în vederea recuperării prin introducerea lor în fluxul de materii prime al fabricii de aglomerare, prin stivele de omogenizare. Scoaterea combustibilului mărunt din silozuri se face cu trei mașini cu freză, cu un debit maxim de 100 m^3/h fiecare, iar a deșeurilor, cu alimentatoare taler.

Aprovizionarea sectorului furnale–aglomerare trebuie corelată permanent cu consumurile și cu capacitățile de depozitare, menționîndu-se stocurile de siguranță prevăzute pentru fiecare sortiment. Această condiție asigură respectarea tehnologiei de omogenizare a minereurilor, precum și depozitarea sorturilor de cocs de diferite proveniențe pe grupe cu proprietăți fizico-chimice asemănătoare, în vederea folosirii mai eficiente a cocsului la furnal.

Automatizări. În gospodărirea de materii prime toate operațiile de manipulare a materialelor se face complet mecanizat și parțial automatizat. Formarea fluxurilor se realizează prin comenzile centralizate din cabina dispeceratului central, unde sînt figurate sinoptic funcționarea tuturor transportoarelor și a utilajelor aferente, cu controlul automat al traseului.

Pentru protecția benzilor transportoare și pentru prevenirea unor deranjamente în funcționare s-au prevăzut sesizoare de descentrare și supraveghetoare de bandă împotriva patinării benzilor pe tamburi de antrenare.

Pe fiecare flux s-a prevăzut cîte un cîntar de bandă care indică și înregistrează cantitativ toate intrările și livrările materialelor către toate punctele de depozitare și către consumatori. Aceste cîntare automate transmit la calculatorul cu care este echipat sectorul furnale informații sub formă de impulsuri (un impuls = 100 kg). Preluarea acestor date se va face de calculator prin programarea fluxurilor, cu ajutorul unei tastaturi zecimale de la dispecerat pe baza unor codificări a numărului fiecărui cîntar, a punctelor de primire și expediție și a sortimentului de material. Pe baza datelor cumulate calculatorul va redacta periodic protocolul de bilanț cu ajutorul căruia se vor înregistra toate mișcările de materiale, cu indicarea cantității pe sorturi, pe puncte de depozitare și de expediție.

Se prevede ca în etapa finală de dezvoltare a combinatului instalația de descărcare a vagoanelor să cuprindă patru culbutoare, iar spațiile de depozitare să fie extinse prin construirea unui nou depozit de pelete, deservit de o instalație proprie de descărcare. La Dunăre se construiește un portmineralier care va asigura preluarea traficului fluvial cît și maritim pînă la 8—10 mil. t/an.

Transportul materialelor între port și depozit se va efectua cu benzi transportoare de mare capacitate cu inserție metalică, organizate în magistrale de benzi.

Ing. C. Rotaru și ing. A. Ciobanu
Uzina de pompe—București

Utilizarea calculatorului Friden 5610 în conducerea producției turnătoriei la Uzina de pompe — București

CZ 621.74:681.32

În cadrul ansamblului de măsuri luate în scopul perfecționării, organizării și conducerii întreprinderii, la Uzina de pompe a început încă din 1971 o acțiune de analiză în vederea proiectării și implementării unui sistem integrat de prelucrare automată a datelor.

Avînd în vedere faptul că în cadrul uzinei turnătoria poate fi considerată o unitate autonomă care furnizează piese secției prelucrătoare s-a considerat necesar ca acțiunea să înceapă prin rezolvarea pe calculator a problemelor acestei secții.

Uzina de pompe, fiind o întreprindere specializată în construcții de pompe centrifugale cu o gamă tipodimensională ce depășește cifra 500 montate în mai mult de 2 000 de variante, răspunde celor mai diferite necesități ale industriei chimice, de construcții, constructoare de mașini, agriculturii. Acoperind un cîmp larg în domeniul vehiculării fluidelor, pompele produse impun execuții din materiale foarte diferite, ceea ce creează turnătoriei o multitudine de probleme. În acest cadru, dictat de gama din ce în ce mai mare de piese turnate, cu exigențe din domeniile cele mai variate, pornind de la considerente de rezistență mecanică, de duritate, de rezistență la coroziune sau presiune și pînă la criterii de estetică, menținute tot timpul la limita de jos a consumului de metal, producția a generat o diversificare foarte mare a procesului tehnologic.

În același timp semifabricatele turnate trebuie să prezinte o considerabilă stabilitate dimensională și calitativă, criteriu de bază în asigurarea eficienței utilajelor prelucrătoare.

Fluxul informațional, parte integrantă a procesului de producție

Gama de produse pe care le livrează turnătoria, conjugată cu numărul proceselor tehnologice, duce la un număr de cîteva sute de variante tehnologice.

Fiind știut că pentru o tonă de piese bune într-o turnătorie se manipulează peste 120 t de materii prime și materiale și se consumă în jur de 10 000 min manoperă, este ușor de imaginat la ce efort de evidență și control este supus personalul economic al secției — în special în unele perioade — la o producție lunară de cîteva sute de tone. În condițiile în care prin dotarea la care s-a ajuns se impune o creștere pînă la dublu a producției, conjugată cu rentabilizarea crescîndă a procesului tehnologic, prelucrarea volumului de informații apărute în circuit devine imposibil de controlat cu mijloace manuale.

Sistemul informațional și de decizie actual acționează greoi, măsurile pe care le recomandă devenind inoportune au un efect redus, cu toate că intervalul la care sînt cerute cele mai multe informații este lunar. Dacă acest interval, dictat de altfel și de potențialul personalului economic al sectorului cald, satisface din punct de vedere al realizării planului de producție și al încheierii gestiunii materialelor, el se dovedește a fi necorespunzător pentru activitățile de urmărire a consumurilor specifice, a controlului realizării indicatorilor de rentabilitate a secției etc.

Multitudinea variantelor tehnologice în creșterea numerică exclude posibilitatea urmăririi și rezolvării diversificate a lor, impunîndu-se ca primă măsură organizatorică necesitatea tipizării tehnologice a gamei de produse. Acțiunea, ca atare, are totuși o limită sub care nu se pot restrînge cazurile, această situație creînd ea însăși un flux informațional de o amploare nebănuită. În acest caz analiza cauzelor oricărei abateri tehnico-economice este din ce în ce mai vagă dacă nu imposibilă, erorile se amplifică, deciziile sînt afectate.

În acest context trecerea rapidă la metode moderne de lansare și urmărire a producției, de gestionare a stocurilor și de integrare a consumurilor și prețurilor devine un imperativ major. Eforturile depuse în cadrul Serviciului de organizare științifică a producției și a muncii s-au materializat într-un sistem integrat de conducere și prelucrare a datelor din turnătorie prezentat schematic în figura 1. Modul de rezolvare a activităților tehnico-economice din acest sector va fi detaliat în capitolele următoare, sistemul conceput propunîndu-și să rezolve:

— Culegerea, prelucrarea, sistematizarea și depozitarea informațiilor în scopul elaborării și fundamentării deciziilor, precum și pentru automatizarea calculelor cu pondere mare.

— Păstrarea informațiilor în fișiere de diferite tipuri, în vederea regăsirii lor operative pentru satisfacerea necesităților de calcul. Aceste obiective, care în perspectivă vor căpăta

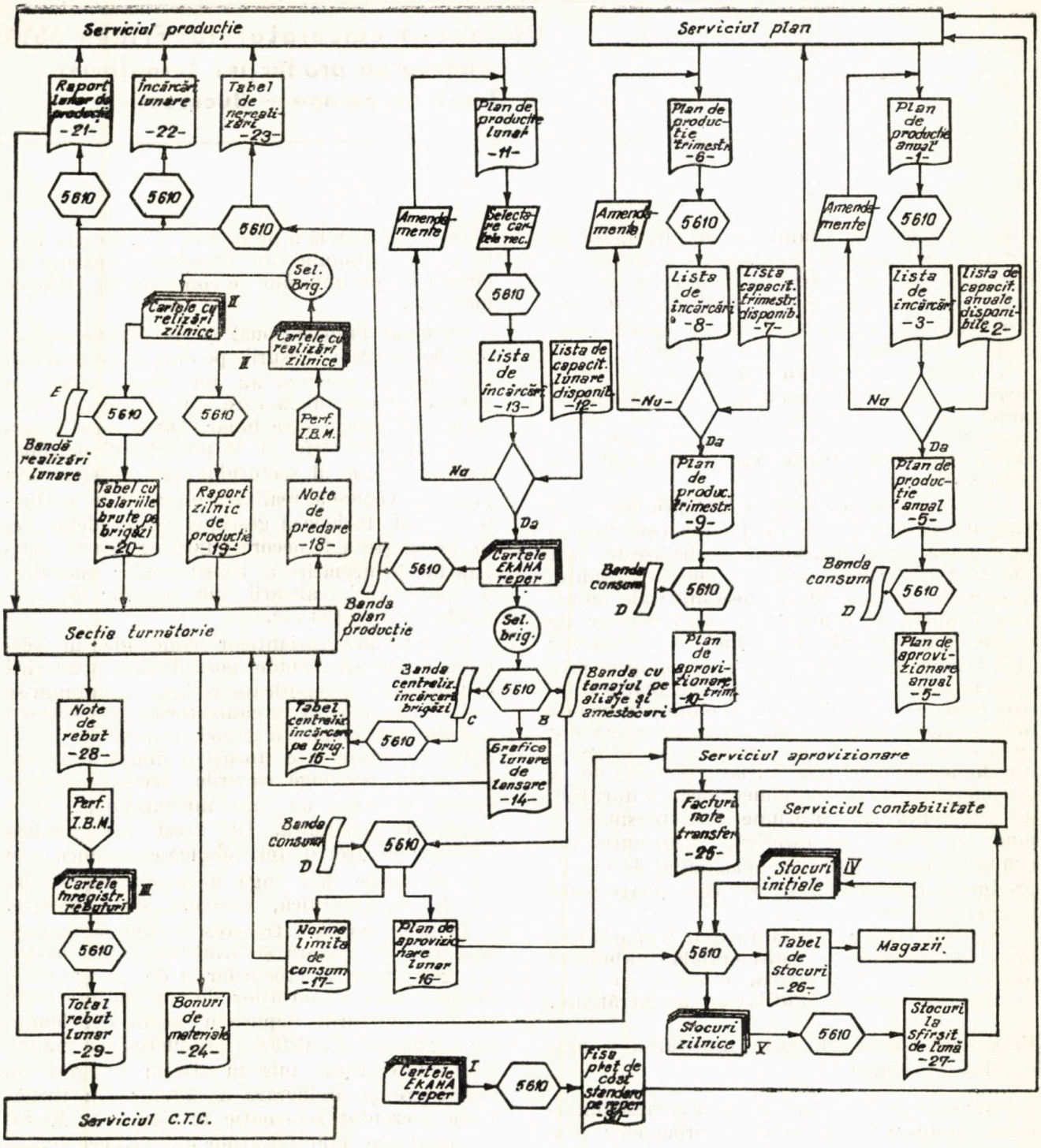


Fig. 1. Schema de dispunere a operațiilor în cadrul sistemului de prelucrare a datelor din turnătorie.

noi valențe, pot fi realizate cu condiția respectării următoarelor deziderate: informația să fie culeasă o singură dată și să circule pe un număr cît mai restrîns de documente; sistemul de actualizare a fișierelor să fie bine organizat și să funcționeze continuu; capacitatea de calcul să fie suficient de mare pentru a asigura prelucrarea datelor, astfel încît principalele calități ale sistemului să rămînă exactitatea și rapiditatea.

Mijloace și dotări

Ideea prelucrării datelor cu ajutorul unui minicalculator pentru un sector de complexitate, medie cum este sectorul cald, nu este nouă.

În numeroase părți ale lumii calculatoarele de capacitate mică au diverse utilizări în procesul de conducere, uneori fiind mai avantajoase decît o prelucrare a datelor cu ajutorul calculatorului de mare capacitate.

În momentul începerii prelucrării automate a datelor, uzina deținea :

— un minicalculator Friden 5610 cu următoarele caracteristici : memorie de programare, 1118 caractere ; memorie operativă, 60 locații de memorie cu 14 caractere fiecare ; intrări pe banda perforată și pe cartelă perforată ; ieșiri pe banda perforată ; trei viteze de citire de 750 ; 1 500 ; 2 000 coduri pe minut ;

— un cititor de bandă selecta — data ;

— un calculator de birou Olivetti—Programma 101 ;

— o mașină de facturat Felix Fc15.

Configurația prezentată mai sus, considerată ca suficientă pentru a permite prelucrarea datelor la sectorul cald, prezintă chiar unele avantaje :

— există în uzină și se poate destina numai acestui scop ;

— costul exploatării și întreținerii este foarte redus în comparație cu costul solicitat în cazul prelucrării pe un calculator mare ;

— poate prelua situațiile cu caracter urgent imediat, calculatorul fiind dispecerizat de uzină ;

— datele de ieșire pot fi culese pe suporți de informații acceptați de un calculator mare.

Descrierea generală a sistemului

Sistemul a fost conceput nu numai pentru a prelua cît mai multe din problemele cu un volum mare de calcul al activității secției turnătorie dar și pentru a consolida un ciclu corect și rapid : informație-variante-decizie-acțiune-informație. El va diversifica și adînci gama de informații care vor participa la conducerea producției, în spiritul sporirii exactității rezultatelor. Informațiile obținute vor fi însă distribuite numai la nivelele necesare și în cantități bine determinate. Conducătorii vor fi feriți astfel din calea avalanșei de informații, primind doar strictul necesar acțiunilor pe care le inițiază.

Sistemul prelucrează informații provenite din trei direcții principale :

— informații provenite de la serviciul de planificare al uzinei ;

— informații provenite din sectorul productiv (turnătorie) ;

— informații provenite din serviciul de aprovizionare.

Condiția esențială pentru prelucrarea automată a datelor este codificarea informațiilor. Acțiunea trebuie să se facă ținînd seama de mai mulți factori din care cei mai importanți sînt :

— structura codului să fie cît mai simplă ;

— codul trebuie să fie cuprinzător și extensibil, astfel încît în perspectivă să nu se ajungă la necesitatea redimensionării lui ;

— să se aleagă o metodă de codificare adecvată scopurilor propuse ;

— să permită pe cît posibil identificarea vizuală.

În funcție de scopul urmărit, codul trebuie să furnizeze toate informațiile necesare soluționării calculelor respective, astfel încît gradul de incertitudine în definirea obiectului sau fenomenului să fie minim, altfel spus H_n, entropia cîmpului de probabilitate finit A_n, să aibă expresia :

$$H_n(A_n) = H_n(p_1, \dots p_2, \dots, p_n) = -\sum_{K=1}^{n} P_k \log_2 P_k$$

Suma definițiilor acordate în prezentarea unui fenomen trebuie să conducă atunci cînd $P_i = 1$ (definirea completă a elementului)

$$P_k = 0 \ (K \neq 1) ; K = 1, \dots, n$$

la

$$H_n(A_n) = H_n(p_1, \dots, p_n) = -1 \cdot \log_2 1 = 0$$

adică la un grad minim de incertitudine.

Elementele care trebuie codificate într-un proces tehnologic de turnare în vederea prelucrării automate a datelor sînt :

— Materiile prime și materialele ; piesele turnate și forjate ; produsele finite ; liniile tehnologice de flux ; utilajele principale antrenate în flux ; operațiile tehnologice ; tratamentele termice ; unitățile de măsură.

Macheta acestui cod, denumit cod tehnologic descriptiv, este prezentată în figura 2.

Probleme soluționate de sistem

— Verificarea brută a planului de producție constă în verificarea încărcărilor planificate la nivel de an și trimestru și compararea acestor încărcări cu capacitățile disponibile evaluate și prelucrate ca etalon.

— Verificarea de precizie (lunară) a planului de producție al turnătoriei. Astfel se pun în evidență :

— încărcările preconizate pentru fiecare loc de muncă ;

— momentul cînd un loc de muncă poate deveni apt pentru a prelua o nouă sarcină de producție ;

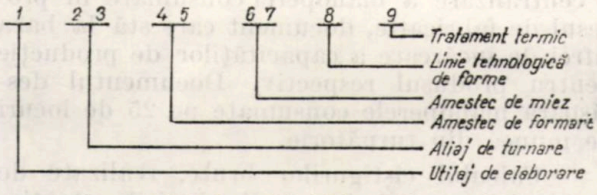


Fig. 2. Macheta codului tehnologic descriptiv.

— care sînt locurile supraîncărcate ;

— departajarea sarcinilor în funcție de prioritățile impuse de etapele următoare ale fluxului ;

— stabilirea unor devieri a încărcării pe alte locuri de muncă ;

— semnalarea, în timp util, a decalajului care va apărea.

După stabilirea noilor termene, calculatorul poate întocmi o situaţie de ansamblu a încărcărilor care devine grafic de lucru (documentul 14, figura 1) pentru organele executive ale secţiei, furnizînd date în legătură cu succesiunea cea mai favorabilă a evenimentelor.

— Stabilirea consumurilor de materii prime şi materiale aferente secţiunii de plan definitivate, prin asocierea concomitentă a consumurilor specifice ale fiecărui punct din plan.

— Calculul planurilor de aprovizionare pe termene lungi—an, trimestru.

Planurile de producţie pe termen lung ale turnătoriei nefiind configurate în repere, ci în tone de aliaje, se obţin pe altă cale în comparaţie cu planul de aprovizionare lunar. Se obţin astfel „Normele limita de consumuri" şi, „Planul de aprovizionare lunară" (documentul 16, fig. 1) care comunică secţiei la ce nivel de consumuri poate ajunge, iar serviciului aprovizionare cu materiale trebuie să pună la dispoziţie depozitul pentru deplina funcţionalitate a tehnologiei. Pe această cale calculatorul îşi exercită controlul asupra gestiunii materialelor, creindu-se baza de pornire în contabilizarea automată a stocurilor.

— Planificarea şi controlul cheltuielilor de producţie. Datele culese de sistem din documentaţia tehnică a producţiei (Banda D, fig. 1) pot furniza toate elementele pentru calculul preţului de cost al oricărei piese, date care, comparate cu cheltuielile efective ale producţiei, pot oferi o mare posibilitate de detectare a abaterilor la consumurile de materiale sau manoperă, abateri a căror diversitate este precizată pe cauze sau grupuri de cauze în funcţie de exigenţele analizei impuse de metoda costurilor standard.

— Calculul colectării şi centralizării preţurilor pieselor turnate are două etape:

— obţinerea calculaţiei pe reper, după criteriile legislaţiei în vigoare (documentul 30, fig. 1);

— centralizarea costurilor reperelor turnate, după configuraţia nomenclatorului pe produs. Pe acelaşi document se realizează şi o centralizare a manoperei consumate în procesul de fabricaţie, document care stă la baza cifrei de încărcare a capacităţilor de producţie pentru produsul respectiv. Documentul desfăşoară manoperele consumate pe 25 de locuri de muncă din turnătorie.

— Calculul cîştigurilor brute, realizate de muncitori şi optimizarea distribuirii potenţialului de forţă de muncă al secţiei.

— Evidenţa nerealizărilor din planul de producţie prin redactarea unei liste plusuri-minusuri.

— Controlul calităţii producţiei. Problema se va desfăşura pe trei fronturi: realizarea unei biblioteci de programe pentru calculul şi asigurarea calitativă a şarjelor de aliaje elaborate; evidenţa rebuturilor şi stabilirea ponderii defectelor de turnare cu cea mai mare frecvenţă de apariţie; introducerea metodelor avansate de control al calităţii.

— Pregătirea datelor în vederea stabilirii indicatorilor tehnico-economici ai secţiei (dinamica realizărilor de plan pe orice perioade; bilanţuri economice; bilanţul folosirii metalului; dinamica rebuturilor; eficienţa anumitor decizii).

Organizarea fişierelor necesare sistemului

Prin fişier se înţelege un volum de date care se referă la aceeaşi categorie de evenimente, grupate şi organizate după aceleaşi criterii pe un suport oarecare.

Din punct de vedere al funcţionalităţii fişierele se împart în:

— fişiere de lucru (fişierul II, fişierul III, fig. 1), care se folosesc pentru executarea unei lucrări sau a unei categorii de lucrări. După executarea lucrărilor se distrug;

— fişiere de bază (fişierul I, fig. 1) cu o funcţie continuă, necesitînd o permanentă ţinere la zi a datelor.

În cazul sistemului integrat al prelucrării datelor din turnătorie, structura fişierelor create este dictată de configuraţia staţiei de calcul. S-a impus necesitatea înfiinţării următoarelor genuri de fişiere:

— fişiere de lucru pe cartele de 80 coloane (fişierul realizărilor zilnice; fişierul lunar de înregistrare a rebuturilor);

— fişierul de bază pe cartele Ekaha de 120 coloane (fişierul tehnologic I, fig. 1);

— fişiere de bază pe bandă perforată (fişierul de reţete, fişierul de operaţii tehnologice);

— fişierul de lucru pe bandă (fişierul plan de producţie lunar);

— fişierul de bază pe cartele Friden (fişier de consumuri pe produs).

Organizarea arhivării documentelor şi suporţilor de date.

Din necesitatea de a oferi o imagine a dinamicii de dezvoltare sau a evoluţiei unor indicatori tehnico-economici, a rentabilităţii unor tehnologii sau a unor statistici, s-a prevăzut posibilitatea arhivării unor suporţi de date (la staţia de calcul) sau a unor documente, în cadrul serviciilor interesate.

În ceea ce priveşte păstrarea suporţilor de date (cartele perforate sau benzi perforate) există două situaţii distincte:

— este necesară stocarea unui fişier întreg de cartele;

— este necesară păstrarea unor sinteze sau rezultate finale.

În primul caz nu este nevoie de nici o măsură specială în afara asigurării spaţiilor necesare şi a compartimentării de rigoare. Regăsirea unei informaţii sau set de infor-

maţii necesită însă o încărcare suplimentară a unei maşini de sortat şi a calculatorului pentru prelucrare.

În cazul al doilea este bine să se prevadă ca esenţa sau rezultatele unor probleme să poată fi obţinute concomitent cu prelucrarea aferentă pe suporţi cu perforaţii marginale. Dacă pe marginea de sus a acestor suporţi se imprimă un cod stabil de poziţionare a categoriilor de informaţii, regăsirea unui suport poate fi făcută manual, folosind un dispozitiv simplu de sortare cu andrele.

Consideraţii finale

Materialul prezentat poate oferi o imagine asupra perspectivelor care se oferă tuturor întreprinderilor, ca prin dotarea cu un minicalculator să-şi poată rezolva rapid şi ieftin o gamă foarte largă de probleme.

Efortul implicat de acest gen de lucrări trebuie sprijinit printr-o regrupare a personalului, prin şcolarizarea cadrelor de deservire a calculatorului.

O staţie de calcul de uzină, bine organizată şi deservită de un personal instruit şi întreprinzător, poate juca un rol deosebit în pregătirea datelor pentru racordarea întreprinderilor la sistemul naţional de calcul.

Pentru deplina reuşită a acestor activităţi, cerinţa esenţială care se impune este permanenta actualizare a fişierelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mc. Carthy E. J. *Integrated data processing systems.* New York, Edition published by John Wily & Sons, august, 1967.

[2] Gregory R. H. şi Van Horn R. L. *Le traitement de l'information dans l'entreprise.* Paris, Dunod, 1966.

[3] Bernard J. *Comprendre et organiser le traitement automatique de l'information.* Paris, Dunod, 1968.

[4] Drucker P. F. *Technology, Management Society.* New York, S.U.A., corp 10, p. 166–177.

[5] *** *Die Schweizer Maschinenmarkt.* Elveţia 71, nr. 5, febr. 1971, p. 26–31.

[6] Erbarth Lothar şi Lahl Wolfgang. *ZFD Zeitschrift für Datenverarbeitung.* R.F.G. nr. 1, ian-febr. 1971, p. 30–36.

[7] *** *Giessereitechnik,* nr. 4, aprilie, 1971, p. 112–116.

[8] *** *Giessereitechnik,* nr. 10, mai, 1971, p. 273–281.

[9] Guiaşu S. *Aplicaţii ale teoriei informaţiei.* Bucureşti, Editura Academiei, 1968.

ÎN ATENŢIA AUTORILOR

— Articolele se trimit la redacţie în dublu exemplar, dactilografiate la două rînduri.

— Articolele vor purta, în mod obligatoriu, semnătura autorilor şi adresa lor exactă, pentru corespondenţă şi retribuţie.

— După titlul articolului, autorii vor indica : numele şi prenumele întreg, titlul universitar, denumirea completă a instituţiei la care funcţionează.

— Articolele nu vor depăşi :

— 3 pagini dactilografiate pentru recenzii, cronici etc.

— 8 pagini dactilografiate pentru lucrări originale, cercetări experimentale, lucrări de sinteză.

— Este necesar ca articolele care tratează probleme de tehnologie să cuprindă şi măsurile adecvate de protecţia muncii.

— Articolele originale vor fi însoţite de un rezumat de maximum 1 pagină în vederea traducerii în limbi străine. Rezumatul trebuie să cuprindă : ipoteza de lucru, metoda folosită în lucrare, rezultatele obţinute, concluziile asupra temei prezentate în articol.

— Bibliografia citată în text se va anexa la articol şi va fi redactată după cum urmează :

— pentru cărţi : numele autorului, iniţiala prenumelui, titlul întreg al cărţii, în limba originală, localitatea, editura, anul apariţiei ;

— pentru reviste sau alte publicaţii periodice : numele autorului, iniţiala prenumelui, titlul lucrării în limba română, titlul revistei, numărul, anul, pagina.

— Articolele vor fi însoţite de o legendă a figurilor.

— Autorii vor primi articolul în formă culeasă pentru „Bun de tipar" ; ei vor putea modifica numai greşelile tipografice sau erorile de conţinut ; nu se va ţine seamă de modificările stilistice. Materialul cu viza „Bun de tipar" se va înapoia redacţiei în cel mult două zile.

— Nu se trimit lucrări care au mai fost trimise spre publicare altor reviste.

— Articolele respinse nu se restituie autorilor.

— Manuscrisele vor fi trimise pe adresa : Centrul de documentare şi publicaţii tehnice al M.I.M., revista Metalurgia, str. Academiei 7, sector 1, Bucureşti.

Aspecte actuale ale aplicării procedeului Croning în turnătorii (II)

Ing. Z. Dragoș și ing. M. Sofronie
„Uzina 23 August" — București

CZ 621.746

Tehnologia în procedeul Croning. Procedeul Croning, prin particularitățile sale tehnologice, determină o tehnologie specifică de formare — turnare uneori cu totul diferită de tehnologia clasică.

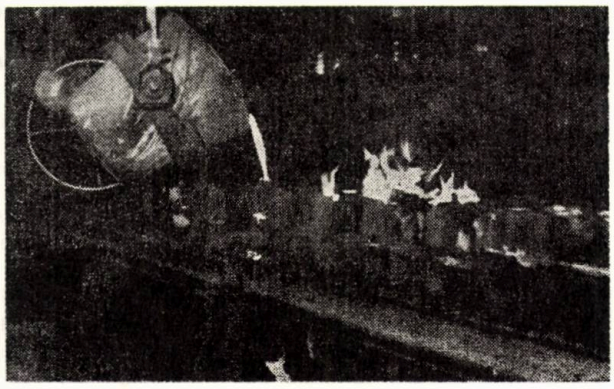


Fig. 1

Principalele particularități constau în : rezistența mecanică mare a miezurilor ; precizia dimensională foarte bună a miezurilor și, prin urmare, a pieselor turnate ; comportarea specifică a miezurilor în timpul turnării datorită arderii Novolacului (în funcție de caracteristicile termice ale aliajelor și pieselor ; fig. 1), condițiile tehnologice proprii de execuție a miezurilor ; caracteristicile tehnologice ale instalațiilor.

Robustețea formelor-coji și a miezurilor interioare, la manipulare și montaj, precum și precizia lor dimensională permit unele simplificări ale mărcilor și montajului față de tehnologia clasică. Astfel, nu mai sînt necesare miezurile de premontaj și unele șabloane de control obligatorii în tehnologia clasică a pieselor de mare complexitate (fig. 2, detaliu *a*).

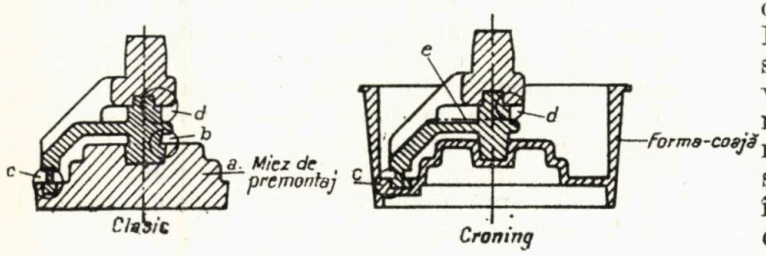


Fig. 2. Detalii tehnologice.

Cînd premontarea miezurilor este totuși o soluție tehnologică convenabilă, mărcile miezurilor pot fi modificate astfel încît să preia rolul miezului de premontaj (fig. 3). Mărcile miezurilor prevăzute cu praguri de control pot fi simplificate (fig. 2, detaliu *b*). Acestea se mențin numai la miezurile subțiri la care mărcile de control au și rol de asigurare la lipire (fig. 2, detaliu *c*) sau pentru a evita contactul metalului cu cleiul de lipire (fig. 2 detaliu *d*).

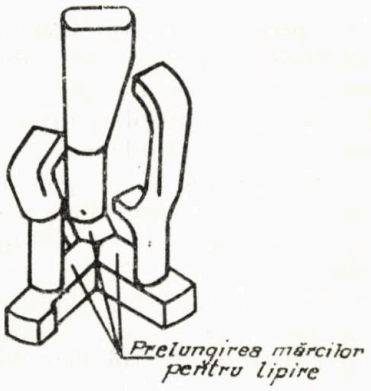


Fig. 3. Sistem de premontaj.

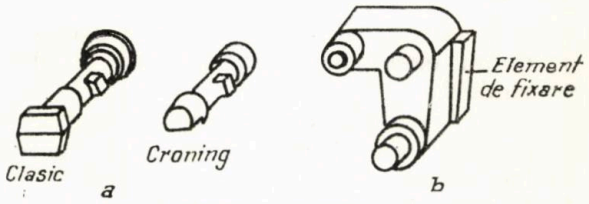


Fig. 4. Profilarea mărcilor miezurilor.

Elementele de fixare laterală ale mărcilor miezurilor sprijinite pe ambele capete pot fi desființate sau înlocuite cu elemente mai simple (fig. 4, *a*).

La miezurile în consolă, nestabile, elementele de fixare trebuie însă menținute (fig. 4, *b*). La profilarea mărcilor se are în vedere atît simplificarea lor, cît și a cutiilor de miez respective. Sînt însă și cazuri în care profilarea mărcilor miezurilor se complică pentru a se obține rigidizarea unor părți de miez (fig. 5). Dimensionarea mărcilor în procedeul Croning se face în conformitate cu figura 6. În afara miezurilor de premontaj se mai pot anula miezurile care preiau schimbările planului de separație față de planul general deoarece formele-coji se pot profila după orice schimbări ale planului de separație (fig. 7).

Rezistența mare a formelor-coji permite, de asemenea, anularea miezurilor membrană

folosite la maselote (fig. 8). De asemenea construcţia şi profilarea reţelelor de turnare se poate face mult mai variat deoarece dispare pericolul de rupere şi antrenare de nisip de la reţea.

În tehnologia pieselor de mare complexitate

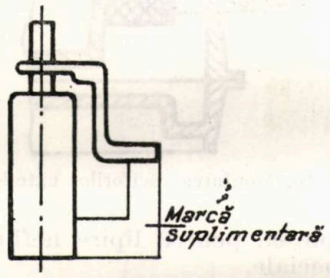
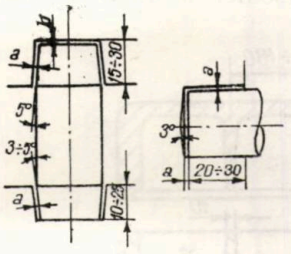


Fig. 5. Modificarea mărcii pentru rigidizarea miezului.



Dimensiunea max. a piesei	a	b
0 – 50	0,1	0,2
50 – 100	0,2	0,3
100 – 200	0,3	0,4
200 – 300	0,4	0,5
300 – 500	0,5	0,6

Fig. 6. Dimensiunile şi toleranţele mărcilor.

apar însă şi cazuri în care anumite zone ale miezurilor nu rezistă la presiunea metalostatică. Pentru întărirea zonelor respective se pot face modificări constructive ale piesei (fig. 2, detaliu *e*), se pot folosi suporţi sau se poate schimba poziţia de turnare astfel încît să se înlăture cauza care provoacă ruperea miezurilor (fig. 9).

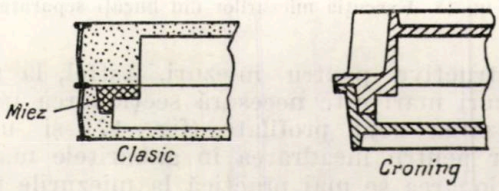


Fig. 7. Urmărirea planului de separaţie a piesei.

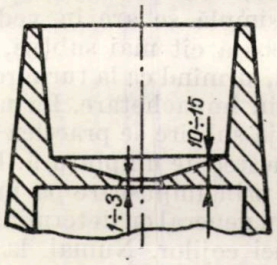


Fig. 8. Construcţia strangulării maselotelor.

Schimbarea poziţiei de turnare nu are efecte negative asupra calităţii piesei turnate deoarece acurateţea miezurilor Croning asigură o turnare fără antrenare de incluziuni.

Din punct de vedere al comportării miezurilor în timpul turnării, în special în cazul aliajelor cu temperaturi mari de turnare (oţel, fontă, bronz), arderea rapidă a răşinii şi degajarea intensă de gaze impun o anumită construc-

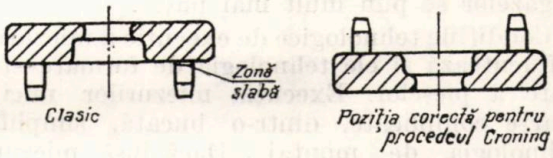


Fig. 9. Stabilirea poziţiei miezurilor la turnare.

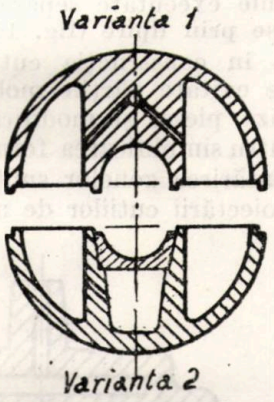


Fig. 10. Asigurarea evacuării gazelor la miezurile din jumătăţi.

ţie miezurilor de interior, care să asigure evacuarea uşoară a gazelor. Astfel, miezurile mari şi complicate, care în tehnologia clasică se executau dintr-o bucată, evacuarea gazelor asigurîndu-se cu şnur de ceară sau cu umplutură de cocs sau polistiren, trebuie executate în tehnologia Croning din două bucăţi pentru a se putea practica canalele de evacuare (fig. 10).

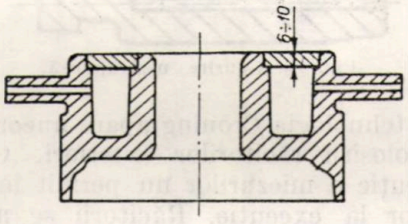


Fig. 11. Asigurarea cu căpăcele a evacuării gazelor.

Miezurile complexe se pot executa şi dintr-o bucată, evacuarea gazelor făcîndu-se prin canale închise cu capace (fig. 11). Această soluţie are avantajul că înlătură deplasările la lipire din planul de separaţie.

Uneori necesitatea simplificării cutiilor de miez şi reducerea gabaritului lor prin execuţia miezurilor din două sau mai multe părţi vine şi în ajutorul asigurării canalelor de evacuare a gazelor. Cînd practicarea canalelor de evacuare nu se poate face la execuţia miezurilor, acestea se pot da prin găurire ulterioară. Mărimea şi numărul găurilor depind de complexitatea miezului (fig. 12).

În cazul în care miezurile au zone subțiri, găurile se dau nestrăpunse pentru a nu slăbi rezistența zonei respective (fig. 13).

La turnarea aluminiului. arderea Novolaculului fiind mai mică, problemele de evacuare a gazelor se pun mult mai puțin.

Condițiile tehnologice de execuție a miezurilor influențează și ele tehnologia de formare—turnare a pieselor. Execuția miezurilor mici și foarte complicate, dintr-o bucată, simplifică tehnologia de montaj. Dacă însă miezurile au zone subțiri, care se pot rupe la manevrare, acestea trebuie executate separat, reasamblarea făcîndu-se prin lipire (fig. 14).

Faptul că în construcția cutiilor de miez calde trebuie evitate părțile mobile face obligatorie analiza piesei și modificarea ei constructivă pentru simplificarea formei miezurilor (fig. 15) și întărirea zonelor subțiri încă de la începutul proiectării cutiilor de miez.

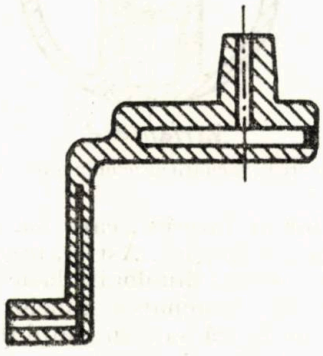


Fig. 12. Asigurarea prin găurire a evacuării gazelor

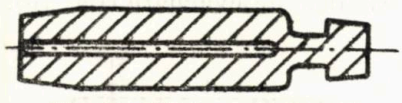


Fig. 13. Găurire nestrăpunsă.

Și în tehnologia Croning apare uneori necesitatea folosirii răcitorilor exteriori. Condițiile de execuție a miezurilor nu permit însă montarea lor la execuție. Răcitorii se montează

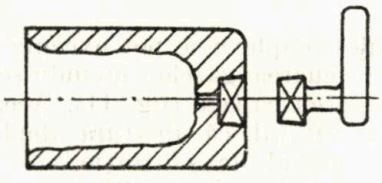


Fig. 14. Execuția miezurilor din elemente componente.

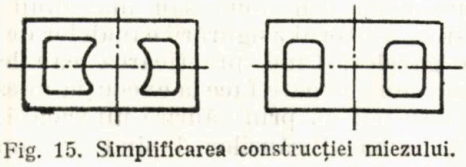


Fig. 15. Simplificarea construcției miezului.

prin lipirea în locașurile prevăzute pe miezuri (fig. 16). Dimensiunile răcitorilor și ale locașurilor vor fi determinate numai de regimul

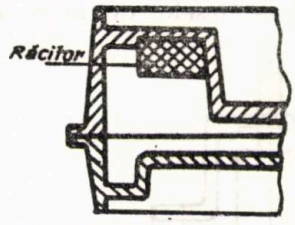


Fig. 16. Montarea răcitorilor exteriori.

termic al piesei, pentru lipire nefiind necesare condiții speciale.

Caracteristicile mașinilor și gradul lor de mecanizare impun, de asemenea, unele elemente

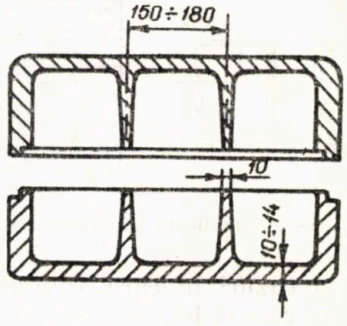


Fig. 17. Construcția miezurilor coajă.

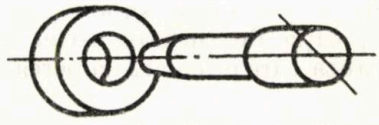


Fig. 18. Execuția miezurilor din bucăți separate.

constructive pentru miezuri. Astfel, la unele miezuri mari este necesară secționarea pentru realizarea cojii profilate (fig. 17) și uneori chiar pentru încadrarea în gabaritele mașinii. Secționarea se mai practică la miezurile mari, executate manual, pentru ușurarea cutiilor de miez (fig. 18). În execuția miezurilor prin răsturnarea simplă se are în vedere realizarea grosimii de coajă cît mai subțiri, ajungîndu-se pînă la 3 mm, urmînd ca la turnare să se asigure rezistența prin împachetare. La miezurile interioare cu coajă subțire se practică uneori umplerea cu un amestec de umplutură. Execuția miezurilor mari prin împușcare pe mașini mecanizate se face în general cu determinarea completă a configurației cojilor. Numai la unele tipuri de mașini este prevăzută și răsturnarea (Hottinger). Grosimea cojilor și configurația generală a lor trebuie să asigure rezistența la turnare fără alte sisteme de consolidare și cu un consum minim de nisip. Miezurile—coji profilate se execută cu grosimea cojii și a nervurației de 10—15 mm. Caroiajul nervurilor poate

fi de 150—180 mm. Pentru turnarea aluminiului se preferă execuţia miezurilor-coji cu aproximativ aceleaşi grosimi dar cu un nisip cu conţinut de răşină redus. Variantele de construcţie a formelor-coji practicate curent sînt cele din figura 19. Varianta *a* este mai economică.

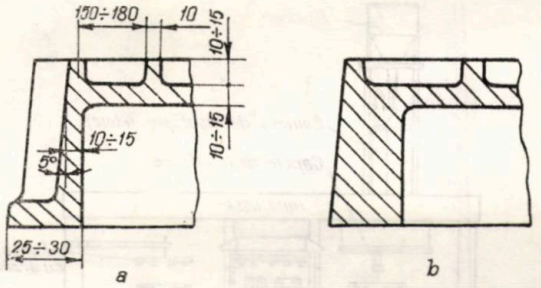


Fig. 19. Variante de construcţii ale formelor-coji.

În afară de particularităţile prezentate, în practica turnării pieselor de mare complexitate apar şi alte probleme tehnologice, a căror rezolvare optimă se poate obţine numai printr-o analiză amănunţită a particularităţilor piesei, a modificărilor tehnologice şi toleranţelor admise, împreună cu particularităţile procedeului şi cu condiţiile de lucru existente.

Instalaţii pentru execuţia miezurilor. Dezvoltarea procedeului Croning în cei aproape 30 de ani de la apariţie a dus atît la perfecţionarea instalaţiilor iniţiale, de execuţie a miezurilor, cît şi la realizarea altor instalaţii cu un înalt grad de automatizare, cu productivităţi ridicate şi chiar diferenţiate, în funcţie de caracteristicile miezurilor.

Pentru formele-coji se folosesc în prezent instalaţii automatizate cu unul sau mai multe posturi de lucru *. În principal aceste instalaţii realizează forme-coji complet profilate, prin suflarea sau împuşcarea nisipului în cutii de miez speciale.

În unele turnătorii se mai folosesc încă instalaţii simple nemecanizate care realizează formele-coji prin răsturnare.

Execuţia miezurilor de interior se poate face, de asemenea, mecanizat sau manual, în funcţie de mărimea miezului, de complexitatea sau de productivitatea cerută.

Pentru necesităţi reduse este acceptabilă şi execuţia manuală a miezurilor care nu necesită decît un dispozitiv de încălzire a cutiilor de miez, operaţiile de umplere, răsturnare şi extragere a miezurilor făcîndu-se manual.

În cazul miezurilor de interior de complexitate mai mare dispozitivele de încălzire pot fi cuplate cu maşini de împuşcat clasice la care se modifică numai capul de împuşcare. Dacă cutiile de miez sînt mai mari se poate concepe şi un anumit sistem de mecanizare a acţionărilor.

În general la alegerea tipului de instalaţie trebuie avute în vedere caracteristicile dimensionale şi de complexitate ale grupei de miezuri pentru care se alege instalaţia, seria de fabricaţie, productivitatea necesară, modul de încălzire acceptabil, precum şi posibilităţile de achiziţionare sau realizare a instalaţiilor alese.

Trebuie subliniat că pentru turnătoriile care nu dispun de gaze naturale sau îmbuteliate, încălzirea electrică devine obligatorie. Încălzirea electrică mai este recomandată la instalaţii automatizate cu posturi fixe de lucru. În general încălzirea electrică este simplă şi ocupă un spaţiu redus însă impune aparatură de control şi reglare destul de scumpă. Încălzirea propriu-zisă se realizează cu rezistenţe tipizate (fig. 20), pentru a se simplifica atît proiectarea cutiilor de miez, cît şi operaţiile de schimbare a elementelor defecte. Încălzirea cu gaze naturale se realizează uşor şi este mai robustă în exploatare. Se folosesc în prezent arzătoare cu flacără lungă (Hottinger) şi cu flacără scurtă (Röperwerk). Arzătoarele cu flacără lungă nu impun profilarea lor după profilul cutiei de miez. Reglarea flăcării se poate face şi manual, toleranţa de încălzire de ±20°C neinfluenţînd în mod esenţial proprietăţile miezurilor. Arzătoarele cu flacără scurtă au un randament termic mai bun dar impun anumite construcţii şi uneori aparatură de control şi reglare a temperaturii.

Firmele producătoare de instalaţii specializate pentru procedeul Croning execută atît instalaţii tipizate pe grupe de miezuri, cît şi instalaţii unicat. Pe plan mondial s-au impus în mod deosebit firmele Röperwerk şi Hottinger.

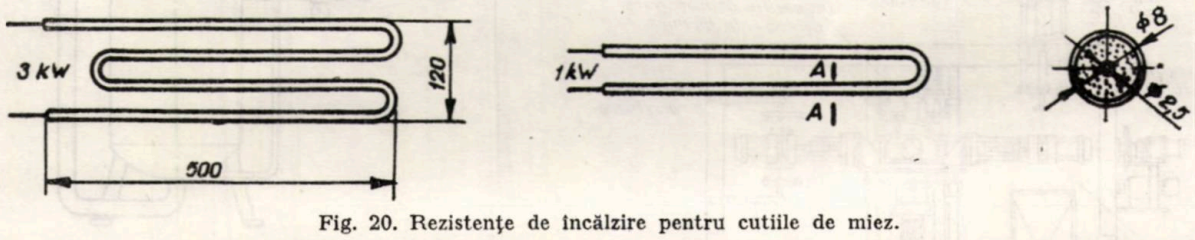


Fig. 20. Rezistenţe de încălzire pentru cutiile de miez.

Pentru producţia de serie se folosesc instalaţii automatizate, cu unul sau mai multe posturi de lucru.

Instalaţiile produse de firma Röperwerk (fig. 21 şi 22) se caracterizează prin automatizare înaintată, robusteţe şi posibilitatea adaptării lor pentru alte procedee prin modificări reduse. Ele au la bază maşinile de împuşcat

* Röperwerk, Hottinger, Rossignoli, Stone etc.

cunoscute, completate cu un post de încălzire sau cu două (instalaţii de transfer). Pe lîngă automatizarea acţionărilor, au fost prevăzute cu reglare pentru timpul de împuşcare şi cu aparatură de control şi reglare a temperaturii cutiilor de miez.

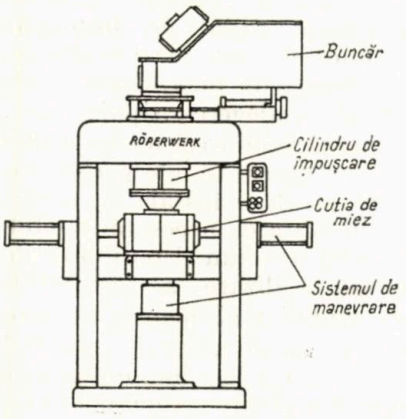


Fig. 21. Instalaţie tip Röperwerk cu un post de lucru pentru miezuri mici.

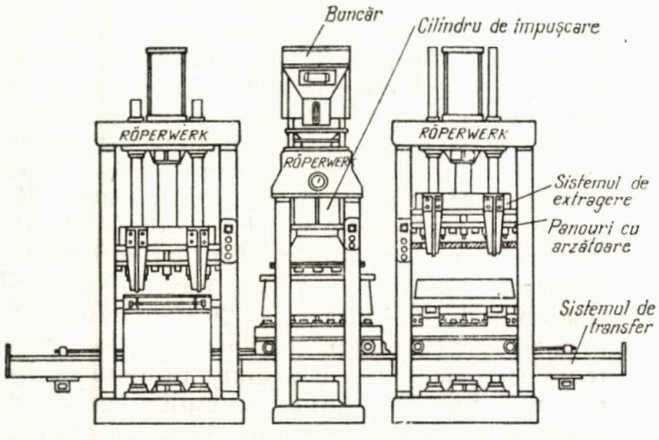


Fig. 22. Instalaţie tip Röperwerk cu două posturi de lucru (instalaţie de transfer) pentru miezuri mari.

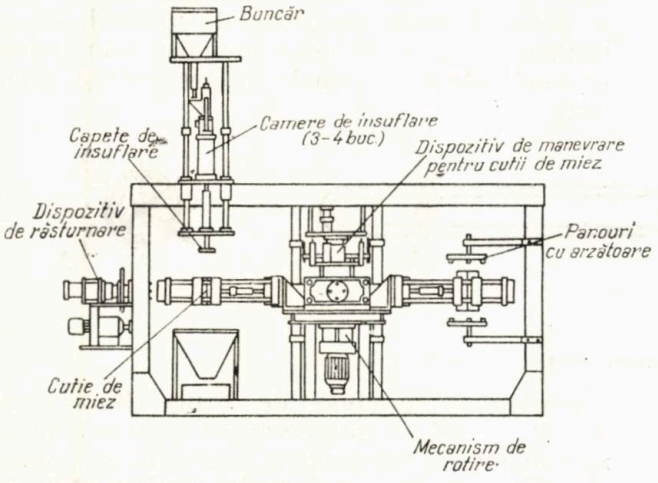


Fig. 23. Instalaţie tip Hottinger cu patru posturi de lucru pentru miezuri mici.

Capetele de împuşcare se construiesc pentru fiecare cutie de miez sau pentru grupe de cutii asemănătoare.

Miezurile coajă pot fi realizate numai cu pereţi profilaţi, nefiind prevăzute cu răsturnare. Productivitatea maximă este de un miez

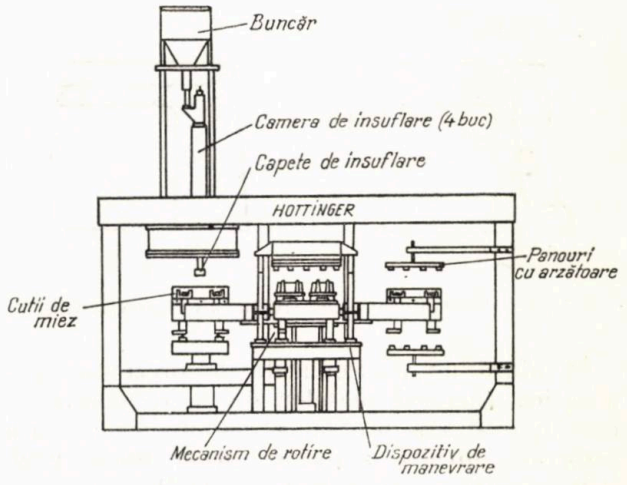


Fig. 24. Instalaţie tip Hottinger cu patru posturi pentru miezuri mari.

în 30 s. Gama de fabricaţie cuprinde toate tipodimensiunile necesare în mod curent, încălzirea cutiilor de miez făcîndu-se cu gaze sau electric.

Instalaţiile produse de firma Hottinger (fig. 23 şi 24) se caracterizează prin gama deosebit de largă a miezurilor pe care le poate executa, originalitatea şi simplitatea construcţiei şi a exploatării şi o automatizare corespunzătoare fluxului tehnologic. Miezurile se execută prin insuflarea nisipului din 3—4 camere comandate independent şi prevăzute cu capete universale. Instalaţiile pentru miezurile mici au un dispozitiv de răsturnare pentru realizarea miezurilor coajă.

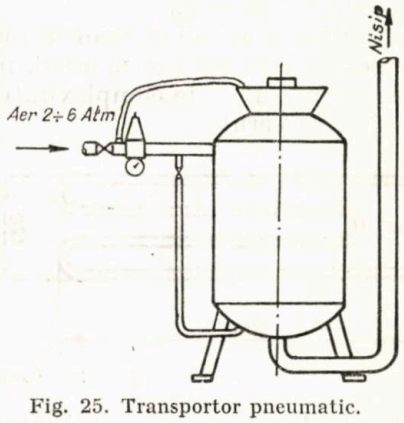


Fig. 25. Transportor pneumatic.

Încălzirea cutiilor de miez se face deobicei cu gaze, fără sisteme de control şi reglare automată a temperaturii.

Productivitatea instalaţiilor Hottinger ajunge la 1 miez în 10 s. Gama de fabricaţie cuprinde instalaţii cu două posturi de lucru sau patru posturi tip Carusel, tipizate pe tipuri de miezuri şi grupe dimensionale. Celelalte firme producătoare de instalaţii pentru procedeul Croning, VEB şi Stone produc instalaţii pornind tot de la maşinile de împuşcat clasice.

Firma Rossignoli produce instalaţii de concepţie originală, cu un singur post de lucru, deci cu o productivitate mai mică.

Instalaţii anexe. Alimentarea cu nisip peliculizat a acestor instalaţii ridică unele probleme din cauza gabaritului lor. Pentru distanţe mai mici de 10 m se recomandă transportul pneumatic (fig. 25). Pentru distanţe mai lungi transportul se face cu benzi rulante. Consumul mare de aer comprimat necesar pentru suflarea sau împuşcarea nisipului peliculizat în cutiile de miez face uneori necesară dotarea maşinilor cu un rezervor tampon. La maşinile Hottinger rezervorul prevăzut cu elemente de filtrare este obligatoriu dacă conducta de alimentare cu aer comprimat este mai mică de 2″.

Trebuie subliniat faptul că la stabilirea tehnologiei de lucru şi la alegerea instalaţiilor de execuţie a miezurilor trebuie să se pornească de la nivelul actual al tehnicii, acest factor determinînd şi el optimizarea întregului proces de fabricaţie.

BIBLIOGRAFIE

* * * *Prospectele firmei Röperwerk şi Ekman.*

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

Investiţiile în siderurgia belgiană. În capitolul consacrat investiţiilor, raportul Grupului pentru Furnale şi Oţelării ale Belgiei arată că în 1970 investiţiile întreprinderilor siderurgice belgiene au atins nivelul de 11,7 miliarde franci belgieni (F. B.). Acest nivel, extrem de ridicat, se datorează realizării simultane în diverse întreprinderi a unor construcţii importante şi echipării uzinelor cu o serie de utilaje. Pentru anul 1971 nivelul investiţiilor este mai coborît : 9,4 mld. F.B. Diminuarea pe total se datorează aproape exclusiv micşorării investiţiilor în laminoare şi oţelării, în sectoarele primare (cocserii, secţii de preparare a şarjei, furnale) nivelul investiţiilor menţinîndu-se în continuare ridicat (tabela 1).

Tabela 1

Structura investiţiilor	milioane F.B.	
	1970	1971
Cocserii	755	1619
Prepararea încărcăturii	679	920
Furnale	979	955
Oţelării	1980	777
Laminoare	6716	4336
Diverse	542	754
TOTAL	11 651	9361

Lucrările cele mai importante de semnalat pentru anul 1971 sînt următoarele :

— construirea unei cocserii complet noi la Sidmar ;

— realizarea a două benzi de aglomerare la Hainant-Sambre şi la Sidmar ;

— construirea a două furnale noi la uzinele Boel şi Forges de Clabecq ;

— instalarea a celui de-al doilea convertizor Kaldo la Cockerill-Marchienne şi transformarea oţelăriilor Thomas la Forges de Thy-Marcinelle şi Monceau şi la Cockerill-Marchienne ;

— instalarea unei linii de profile şi de oţel beton la Marchienne ;

— realizarea unei linii de fier rotund şi lat la Marchinelle ;

— reconstruirea liniei de bandă la Cockerill şi Sidmar ;

— terminarea a două linii tandem la rece la cele două uzine menţionate ;

— instalarea a 4 caje continue pentru tablă mijlocie şi groasă la Clabecq ;

— linii suplimentare de galvanizare la Phenix Works.

În ce priveşte programul pentru anii următori, accentul se pune pe terminarea lucrările în curs. Volumul acestora se apreciază la 8,5 miliarde F.B. repartizate în principal pe anii 1972 şi 1973, ceea ce înseamnă un ritm anual de circa 4 miliarde de F.B. Această situaţie va putea fi modificată în funcţie de evoluţia pieţii oţelului.

Cu toate dificultăţile conjuncturale existente, necesitatea adaptării şi modernizării instalaţiilor se impune pentru a salvgarda competitivitatea produselor pe piaţă. Sînt deja întocmite o serie de programe care preconizează modernizarea instalaţiilor existente. Astfel se prevede înlocuirea furnalelor existente, mici, cu agregate mari, moderne. În sectorul oţelărie se extinde utilizarea convertizoarelor LD şi se adaptează oţelăriile Thomas la insuflarea prin fundul convertizoarelor a oxigenului pur. Se preconizează introducerea procedeului de turnare continuă, procedeu care nu a fost aplicat încă pe scară industrială în uzinele belgiene integrate. Se modernizează şi se extind de asemenea şi secţiile de laminoare.

(*Revue de Métallurgie, nr. 10, 1972, p. 226 E—227 E*)

★

Injectarea de butan la furnale. Nippon Kokan, una din cele mai mari societăţi siderurgice japoneze, a anunţat că renunţă complet la injectarea păcurii la cele şapte furnale de la uzina Kawasaki ; de acum înainte se va injecta numai butan. Preţul butanului este cu mult mai ridicat decît cel al păcurii, însă butanul prezintă avantajul de a fi complet lipsit de sulf.

(*AIL Actualités Industrielles Lorraines, Franţa, nr. 138, 1972, p. XIV*)

★

Noua oţelărie de la Lackenby (Marea Britanie). La sfîrşitul lunii mai 1971 a fost inaugurată oficial noua oţelărie de la Lackenby aparţinînd grupului Tecside and Workington. Este vorba despre o oţelărie LD cu trei convertizoare[3] de 240 t, capabilă de a produce 4,5 mil. t oţel anual. Ea este completată de o instalaţie de turnare continuă pentru blumuri, cu 8 linii, a cărei capacitate este estimată la 17 800 t săptămînal. În următoarele luni va fi dată în funcţiune o altă instalaţie de turnare continuă a bramelor ; capacitatea prevăzută este de 20 200 t săptămînal. Noua oţelărie atrage după sine închiderea unei serii de uzine vechi din această regiune.

(*AIL Actualités Industrielles Lorraines, Franţa, nr. 138, iunie, p. X—XI*)

★

A 2-a instalaţie de peletizare în India. Din anul 1967 funcţionează la Charogule et Co. Prt. Ltd., în Goa, o instalaţie de peletizare a minereurilor de fier, cu o capacitate anuală de 550 000 t. Peletele se desfac în totalitate în Japonia. Deoarece necesarul de pelete a crescut s-a prevăzut creşterea productivităţii anuale a instalaţiei pînă la 2 mil. t.

A 2-a instalaţie se construieşte de către firma Tata Iron Steel Co. Ltd (TISCO) la Bihor. Instalaţia de peletizare va intra în funcţiune la sfîrşitul anului 1972, cu o capacitate de circa 1 mil. t pelete/an.

(*Stahl und Eisen, nr. 20, 1972, p. 1007*)

Determinarea cantitativă a bariului din modificatori și prealiaje

Fiz. Aurora Ghiță și ing. Letiția Voicu
Institutul de cercetări tehnologice pentru construcția de mașini — București

CZ 669.018 :669.891

În procesul de fabricație a fontelor de calitate superioară un loc important îl ocupă modificarea acestora. Cercetările întreprinse în ultimii ani au dus la punerea la punct a unor noi tipuri de modificatori cu compoziție complexă, cum ar fi modificatorii cu conținut de bariu. Prezența bariului în acești modificatori duce la obținerea unui efect de modificare mai pronunțat atît în cazul fontelor cu grafit lamelar, cît și în cazul fontelor cu grafit nodular.

Dat fiind faptul că există premisele fabricării în țară a modificatorilor cu bariu pornind de la materii prime indigene și că acești modificatori se aplică deja în cîteva uzine, la scară industrială, s-a impus punerea la punct a unei metode chimice de analiză a bariului din modificatori și prealiaje.

Dintre metodele chimice cantitative de dozare a bariului se pot enumera: metoda de dozare a bariului sub formă de cromat de bariu; metoda de dozare a bariului sub formă de carbonat de bariu; metoda de dozare a bariului sub formă de sulfat de bariu; metoda de dozare a bariului sub formă de fluosilicat de bariu; metoda de dozare flamfotometrică a bariului.

În cazul dozării bariului din modificatori și prealiaje a fost necesară adaptarea uneia dintre aceste metode care să corespundă din punct de vedere al sensibilității, reproductibilității și preciziei rezultatelor. De asemenea, în alegerea metodei trebuie să se țină seamă de succesiunea și specificul analizei chimice a prealiajelor și modificatorilor în general. Astfel, datorită faptului că aducerea în soluție a acestui tip de probă este o operație care necesită un timp destul de lung, nu este avantajoasă o metodă de analiză a bariului care cere o dezagregare separată.

Determinarea bariului sub formă de cromat de bariu nu este avantajoasă în cazul analizei prealiajelor și modificatorilor deoarece procentul mic de bariu nu permite dozarea acestuia pe o parte alicotă a soluției rezultate de la dezagregarea prealiajului. În cazul în care se folosește toată soluția pentru determinarea bariului sub formă de cromat, reactivii adăugați împiedică dozările ulterioare ale celorlalte elemente componente ale prealiajelor, fiind necesară o dizolvare separată.

Produsul de solubilitate al cromatului de bariu fiind mai mare decît al sulfatului de bariu, metoda de dozare a bariului sub formă de cromat introduce erori mai mari decît cea sub formă de sulfat de bariu.

În ceea ce privește metoda flamfotometrică, în cazul unei soluții care conține Ca, Sr și Ba, se recomandă pentru fotometrarea bariului lungimea de undă 871 μm în scopul evitării interferențelor cu calciu sau stronțiu.

Utilizînd flamfotometrul Flaphokol, care are domeniul de lungimi de undă cuprins între 330 și 850 μm, este exclusă utilizarea lungimii de undă de 871 μm. Deoarece la toate celelalte lungimi de undă la care emite bariul erorile datorate interferenței cu calciu sînt foarte mari și ținînd seamă de faptul că prealiajele cu bariu analizate conțin un procent mare de calciu, metoda flamfotometrică a fost abandonată.

Datorită specificului analizei chimice a prealiajelor s-a constatat că metoda de dozare a bariului sub formă de sulfat de bariu este cea mai potrivită. Această metodă se bazează pe marea insolubilitate a sulfatului de bariu în apă și acid clorhidric diluat [1]. Deoarece modificatorii și prealiajele analizate au un conținut de bariu situat în domeniul 0,1—5 %, metoda a fost pusă la punct pentru acest domeniu de concentrație.

Principiul metodei. Prealiajul fiind mojarat se dezagregă prin fuziune alcalină cu amestec echimolar anhidru de carbonați de sodiu și potasiu. Topitura se reia cu apă fierbinte, extrăgîndu-se totalitatea carbonaților formați ca efect al fuziunii alcaline.

Reziduul conținînd și bariul din modificator sub formă de carbonat de bariu se dizolvă cu acid clorhidric și apoi se determină gravimetric sub formă de sulfat de bariu prin precipitare cu ioni SO_4^{2-} :

$$BaCO_3 + 2HCl = BaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HCl$$

Atît soluţia de clorură de bariu, cît şi soluţia de acid sulfuric, cu ajutorul căreia se face precipitarea, trebuie să fie foarte diluate pentru a se asigura disocierea celor două substanţe pînă la treapta a doua de disociere în scopul evitării formării sărurilor duble. Aceste săruri duble se formează în soluţii concentrate unde disocierea se face numai pînă la treapta I de disociere, obţinîndu-se ionii:

$$H_2SO_4 = H^+ + HSO_4^-$$

$$BaCl_2 = Cl^- + BaCl^+$$

O altă problemă importantă se referă la cantitatea de reactiv precipitant folosită.

Se ştie că pentru sărurile foarte greu solubile, cum este şi sulfatul de bariu, coeficientul de activitate f_a este foarte puţin diferit de zero. Un exces de reactiv precipitant cînd el este şi un electrolit puternic are acţiune dizolvantă asupra precipitatului care este cu atît mai accentuată, cu cît valenţa ionului adăugat este mai mare.

Reactivi

acid clorhidric, $\gamma = 1{,}19$; 1 : 1;

acid sulfuric, 1 :10;

acid fluorhidric, 40 %;

amestec echimolar anhidru de carbonat de sodiu şi potasiu;

hidroxid de amoniu concentrat;

metil orange soluţie 1 % în apă.

Modul de lucru. Se cîntăreşte 0,5 —1 g probă medie din prealiajul fin mojarat şi se introduce într-un creuzet de platină.

Se adaugă 5—10 g de amestec echimolar anhidru de carbonat de sodiu şi potasiu care se amestecă cu proba, folosind un fir de platină, apoi se adaugă încă 2—3 g fondant. Pentru o dezagregare completă topitura se efectuează la temperatura de 900°C, timp de 2—3 h. După răcire se scoate masa formată într-un pahar de laborator şi se macerează cu apă distilată timp de 30—45 min. Soluţia se acidulează cu acid clorhidric 1 : 1, apoi se insolubilizează silicea şi se filtrează pe hîrtie de filtru cu porozitate medie. Filtrul, împreună cu precipitatul, se calcinează la 1 000°C, timp de 1 h, apoi se volatilizează SiO_2 cu acid fluorhidric 40 %. Reziduul rămas de la volatilizarea SiO_2 se reia cu 2—3 g fondant şi se topeşte circa 30 min la 900°C.

Topitura se extrage cu apă şi acid clorhidric 1 :1, iar soluţia rezultată se adaugă la filtratul obţinut după insolubilizarea SiO_2. În soluţia rezultată din reunirea filtratelor se adaugă cîteva picături de metil orange şi hidroxid de amoniu concentrat pînă la virarea culorii indicatorului din roşu în galben. Soluţia conţine bariu sub formă de $BaCl_2$. Cu o soluţie de acid sulfuric 1 :10 se precipită bariul sub formă de sulfat de bariu.

Aciditatea soluţiei nu trebuie să fie mare deoarece se măreşte astfel solubilitatea sulfatului de bariu precipitat, dar nu este indicată nici o soluţie neutră întrucît sulfatul de bariu format într-un astfel de mediu va fi constituit din particule extrem de fine, care trec uşor prin porii hîrtiei de filtru. Pentru a obţine cristale mari, precipitarea se face la temperatura de 80—100°C în mediu de acid clorhidric la *p*H 3,5—4,5. Se recomandă precipitarea bariului la cald, precum şi menţinerea lui la o temperatură de 40—50°C pentru a se evita posibilitatea unei precipitări incomplete.

Acidul sulfuric cu care se precipită bariul nu va fi adăugat tot de o dată, ci picătură cu picătură, pentru a se evita suprasaturarea locală a soluţiei.

De asemenea, acest mod de adăugare a reactivului precipitant dă posibilitatea germenilor de cristalizare formaţi iniţial să se transforme în granule mari, uşor filtrabile [5].

După ce sulfatul de bariu a fost lăsat în aceste condiţii timp de 10—12 h se filtrează pe hîrtie de filtru cu porozitate mică (bandă albastră). Filtrul cu precipitat se spală cu acid clorhidric 2 % pînă la îndepărtarea fierului, controlată cu o soluţie de fericianură de potasiu 10 g/l. Îndepărtarea ionului Cl^- se realizează prin spălarea cu apă fierbinte. Prezenţa unui precipitat alb la reacţia dintre apele de spălare şi o soluţie de azotat de argint ($AgNO_3$) 8 :1 000 indică faptul că precipitatul şi filtrul mai conţin încă ioni Cl^-.

Calcinarea filtrului cu precipitat se face într-un creuzet de porţelan la 700—800°C timp de 1 h. După răcirea în exicator creuzetul se cîntăreşte şi se calculează procentul de bariu după formula:

$$\%Ba = \frac{m_1 \times 0{,}5885}{m} \cdot 100,$$

unde: m_1 este masa sulfatului de bariu, g; m — masa probei luate în analiză, g.

În privinţa calcinării precipitatului de sulfat de bariu trebuie luate măsuri speciale deoarece se poate întîmpla să fie redus la BaS. Acest efect se evită prin calcinarea în curent de aer. În cazul în care temperatura de calcinare este prea mare $BaSO_4$ se descompune în oxid de bariu şi trioxid de sulf. Calcinarea pe bec, precum şi umezirea precipitatului cu sulfat de amoniu, urmată de uscarea pe baie de apă şi aducerea la greutatea constantă, fac posibil obţinerea unor rezultate corecte.

Metoda descrisă a fost aplicată la tipurile de prealiaje arătate în tabela 1.

În cazul prealiajelor cu un conţinut mare de Fe (25 %) precipitatul de sulfat de bariu poate fi contaminat cu $Fe(OH)_3$. Pentru eliminarea

Tabela 1

Elementul, %					
Si	Ca	Fe	Al	Mg	Ba
60,4	26,60	6,48	1,89	—	4,56
60,28	25,10	7,52	1,97	—	5,12
47,50	2,50	39,50	1,63	6,50	0,50
46,04	0,80	44,82	—	8,05	0,25

acestei surse de erori se impune sau precipitarea fierului cu hidroxid de amoniu concentrat ca Fe $(OH)_3$, înainte de precipitarea bariului, sau o bună spălare de Fe a filtrului cu precipitat de $BaSO_4$.

Eroarea introdusă de precipitarea calciului sub formă de $CaSO_4$, împreună cu $BaSO_4$, este neglijabilă deoarece sulfatul de calciu precipită doar parţial şi numai cu acid sulfuric concentrat, iar produsul lui de solubilitate este mult mai mare decît cel al $BaSO_4$.

Metoda de determinare cantitativă a bariului din modificatori şi prealiaje are o eroare de 3 % în valoare relativă admisă în dozările gravimetrice. Durata acestei analize este de aproximativ 16—17 h.

BIBLIOGRAFIE

[1] Fruman N. H. *Scott S Standard metods of chemical analysis.* Ediţia a 6-a, New York, 1966.

[2] Gaston Ch. *Les méthodes de la chimie analitique,* Paris 1961.

[3] Meits L. *Handbook of analitikal chemistry,* New York, 1963.

[4] Demetrescu A. M., Tutoveanu A. şi Ionescu M. *Analiza tehnică a minereurilor.* Bucureşti, 1961.

[5] Teodorescu G. M. *Manual de chimie analitică cantitativă.* Bucureşti, 1957.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

Italia, mare importatoare de fier vechi. În anul trecut Italia a cumpărat aproape 5,5 mil. t fier vechi din străinătate. Cei mai mari furnizori sînt Franţa şi R. F. Germania.

Livrările ţărilor CECO, t		
	1970	1971
Franţa	2 034 442	2 263 592
R. F. Germania	1 777 964	1 885 305
Olanda	15 550	12 918
Belgia—Luxemburg	7 264	3 996
Total	3 835 220	4 165 811

Achiziţionările din afara ţărilor CECO au totalizat circa 1,3 mil. t atît în 1970, cît şi în 1971. Cei mai mari furnizori au fost următoarele ţări :

	t	
	1970	1971
S.U.A.	518 035	535 585
U.R.S.S.	290 972	416 526
Regatul-Unit	79 576	115 721
Canada	98 847	36 069
R. P. Polonă	61 584	72 133

La această listă se mai pot adăuga 10 furnizori diferiţi, în special ţările Africii de Nord. Deşeurile de oţelărie reprezintă aproape 4 mil. t în totalul general.

(*AIL Actualités Industrielles Lorraines, Franţa, nr. 138, iunie, 1972, p. VIII*)

★

Activitatea societăţii Usinor în 1971 (Franţa). Producţia de oţel brut a societăţii Usinor în 1971 a fost de 7381 mii t faţă de 8014 mii t în 1970, deci o scădere de 7,9%. Ea se explică prin mişcările sociale care, în mai 1971, au perturbat activitatea uzinei din Dunkerque.

Pe procedee de fabricaţie, producţia Usinor se prezintă după cum urmează :

	1970	1971
Oţeluri cu oxigen, t	4 282 710	5 054 068
Oţel Martin, t	2 229 161	1 291 331
Oţel Thomas, t	1 454 557	998 438
Oţel electric, t	47 937	37 123
Repartizarea pe laminate		
Produse plate, t	4 419 533	4 065 833
Produse lungi, t	1 918 941	1 910 283

Uzina din Dunkerque a turnat 2 821 mii t oţel brut (—6,5% în raport cu 1971); a laminat 1 473 000 t rulouri la cald —(23,6%) şi 551 mii tablă groasă (—8%). Uzina de la Denain a turnat 1 918 mii t oţel brut (—11,4%) şi a laminat 1 716 mii t rulouri (fără schimbări). Laminoarele la rece de la Montataire au laminat 1 338 mii t tablă (fără schimbare). Uzina de la Valenciermes a turnat 791 mii t oţel (+ 10,8%).

Uzinele de la Longwy şi Thionville au produs respectiv 1 291 mii şi 560 mii t oţel (—13,7 şi —10,22%).

În total Usinor a livrat clientelei sale 6 045 mii t produse (benzi late şi semifabricate pentru laminare, produse finite), adică 4,6%mai puţin decît în 1970.

Cifra de afaceri s-a ridicat la 4 987 mil. F fără taxe, în scădere cu 6% în raport cu 1970. Ea este constituită în proporţie de 82,2% de livrările pe piaţa internă franceză, 8,9% de livrările în ţările CECO şi 8,9% de livrările în alte ţări.

Lucrările noi se desfăşoară în ritm activ. Usinor a consacrat 1 404 mil. F pentru aceste lucrări în 1971. Cea mai mare parte a cheltuielilor este consacrată, pentru Dunkerque (oţelăria nr. 2, furnalul nr. 4, automatizarea completă a laminorului de benzi late) şi pentru Mardjek (noul laminor la rece). La Denain a început construirea unui nou furnal; de asemenea în toate celelalte uzine continuă lucrările noi. Se constată şi o oarecare creştere a personalului de la 37 992 persoane la sfîrşitul anului 1970 la 38 512 persoane la sfîrşitul anului 1971.

(*AIL Actualités Industrielles Lorraines, Franţa, nr. 138, iunie, 1972, p.II—III*)

Ajustajul tablelor groase

CZ 669.14–415 :621.753.2

Într-un articol anterior [1] s-a analizat stadiul actual al liniei de laminare (cuptoare de încălzire și caje), ținîndu-se seamă în special de progresele realizate în ultimii ani.

Pretențiile mărite ale consumatorilor și cercetările crescînde de table groase au determinat perfecționarea utilajelor de bază și apariția unor soluții complet noi în ajustajul și tratamentul termic al tablelor groase, în scopul asigurării unei calități superioare și a unei productivități ridicate.

Operațiile principale de ajustare a tablelor groase sînt îndreptarea la cald, răcirea, controlul și curățarea suprafeței (și eventual controlul ultrasonic al structurii), șutarea capetelor, tăierea marginilor, divizarea, prelevarea probelor, marcarea, îndreptarea la rece și stivuirea, la care se adaugă, în cazul anumitor calități de table, operațiile de tratament termic (normalizare, călire, revenire, recoacere).

Prezentul articol tratează stadiul actual al ajustajelor moderne de tablă groasă, indicîndu-se cele mai noi realizări și tendințe în ceea ce privește utilajele pentru operațiile de bază.

Îndreptarea. Pentru obținerea unei planeități cît mai ridicate a tablelor și a unei funcționări sigure a mașinilor de îndreptat au fost introduse o serie de elemente noi în construcția acestor mașini; principalele caracteristici ale mașinilor moderne de îndreptat sînt următoarele:

— reglarea exactă a șirului superior de role prin comandă digitală, în funcție de grosimea tablei (comanda poate fi dată și de un dispozitiv de măsurare a grosimii);

— reglarea independentă a rolelor extreme de la intrare și ieșire pentru conducerea optimă a tablei (reglare posibilă și în timpul îndreptării);

— înclinarea transversală a șirului superior de role pentru îndepărtarea ondulațiilor laterale asimetrice;

— înclinarea longitudinală a șirului inferior de role pentru reglarea progresivă a distanței între role (la mașinile de îndreptat la rece);

— curbarea rolelor superioare de lucru (și în timpul îndreptării) pentru îndepărtarea ondulațiilor centrale sau marginale (la mașinile de îndreptat la rece);

— curbarea suplimentară a tablei la începutul îndreptării prin poziționarea separată a primelor role inferioare de lucru, în scopul obținerii unei deformații plastice mărite (la mașinile de îndreptat la rece);

— controlul procesului de îndreptare și al solicitării mașinii prin măsurarea forțelor de îndreptare;

— dispozitive de siguranță și decuplare, care evită ruperea rolelor sau a altor elemente;

— dispozitive de deblocare a rolelor în cazul întreruperii curentului sau blocării tablelor;

— schimbarea întregului ansamblu de role;

— îndepărtarea țunderului prin stropire cu apă sau suflare cu aer comprimat și răcirea interioară cu apă a rolelor (la mașinile de îndreptat la cald);

— execuția perfect simetrică a mașinii pentru a permite efectuarea mai multor treceri;

— pas mic al rolelor prin utilizarea unor materiale de calitate superioară, permițînd astfel reducerea diametrului și deci mărirea preciziei de îndreptare.

Mașinile moderne de îndreptat asigură planeități ridicate ale tablelor (săgeata maximă 1 mm/m), pentru o gamă largă de grosimi (pînă la 1 :8) și pentru o gamă largă de calități (inclusiv oțeluri cu limită de curgere ridicată — 70 kgf/mm² și peste).

Dacă în trecut problemele de planeitate se puneau numai la tablele cu grosimi limitate la circa 40 mm, în ultimii ani pretențiile consumatorilor s-au extins și la grosimi mai mari. Astfel, la laminoarele de la Scunthorpe și Hartlepool au fost montate mașini de îndreptat la cald pentru table de 13—100 mm grosime și max. 3 660 mm lățime, iar la Motherwell a fost pusă în funcțiune o mașină de îndreptat la rece pentru table de 12,5—50 mm grosime și max. 4 260 mm lățime. În prezent se montează la Scunthorpe o mașină de îndreptat la rece pentru table de 9—40 mm grosime și max. 3 660 mm lățime care, spre deosebire de mașinile clasice, este prevăzută cu role acționate individual.

Dintre mașinile de îndreptat la cald puse recent în funcțiune se remarcă mașina de la Mülheim, construită pentru table de 8—60 mm grosime și max. 5 350 mm lățime, din oțeluri avînd limita de curgere la rece pînă la 60 kgf/mm².

Deoarece mașinile de îndreptat la rece pentru grosimi foarte mari nu sînt economice, se construiesc în ultimul timp prese hidraulice verticale, de 1 000—4 000 tf, cu ajutorul cărora se pot îndrepta table pînă la 300 mm grosime

(Motherwell, Charleroi, Ijmuiden, Fukuyama, Mizushima, Nagoya).

La Mülheim a fost aplicată pentru prima dată îndreptarea tablelor de oţel prin tracţiune (soluţie aplicată curent pentru tablele din aluminiu). Instalaţia are o forţă de întindere de 5 000 tf şi poate îndrepta table de max. 80 × 3 600 × 12 500 mm.

Răcirea. Pînă recent pentru răcirea tablelor se foloseau în special paturi formate din grătare fixe şi transportoare cu lanţuri cu ghiare. Această construcţie este ieftină şi simplă, prezintă însă următoarele dezavantaje importante : zgîrierea suprafeţei inferioare a tablelor datorită alunecării pe grătare, răcirea neuniformă datorită contactului cu grătarele fixe şi coeficient limitat de utilizare a suprafeţei datorită spaţiilor libere care rămîn în cazul nesincronizării între alimentarea şi evacuarea tablelor. Pentru a elimina aceste dezavantaje, la laminoarele noi se prevăd în general construcţii perfecţionate şi anume paturi păşitoare sau paturi cu discuri.

Paturile de răcire păşitoare constau din grătare fixe şi mobile, precum şi din dispozitivul de predare. Principiul de funcţionare rezultă din figura 1 [2].

După rezultatele bune obţinute la Mizushima, unde s-a montat în 1967 primul pat de răcire păşitor (2 150 m² suprafaţă),această construcţie, deşi costă cu 80% mai mult decît paturile cu grătare fixe şi transportoare cu lanţ, s-a răspîndit foarte mult, fiind aplicată la laminoarele de la Kakogawa, Nagoya, Vanderbijlpark, Gijon, Milano (L. Falck), Clabecq, Dillingen. Este de remarcat că tendinţa de a obţine o suprafaţă cît mai bună a tablelor a determinat —la unele laminoare — alegerea acestei construcţii nu numai pentru paturi de răcire, ci şi pentru paturi de control, precum şi în locul transportoarelor transversale. Dintre paturile păşitoare cele mai noi se remarcă cele de la Dillingen, unde au fost puse recent în funcţiune un pat de răcire de 2 780m² (cel mai mare din lume) şi un pat de control de 2 150 m² cu răsturnator.

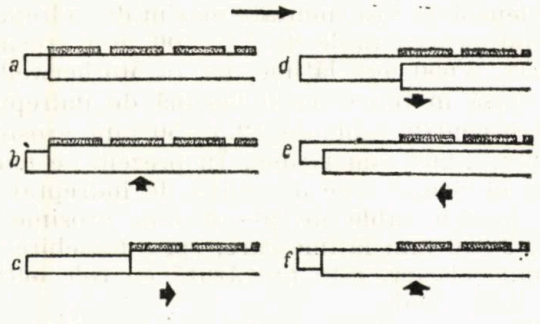


Fig. 1. Principiul de funcţionare a paturilor de răcire păşitoare [2].

Paturile de răcire cu discuri se construiesc de circa 15 ani însă ele s-au răspîndit mai mult în ultimii ani, datorită pretenţiilor ridicate în privinţa calităţii tablelor. Astfel, în ultimul timp au fost construite paturi cu discuri la Charleroi, Jdanov, Taranto şi Scunthorpe. Dintre acestea se remarcă cele de la Taranto (două paturi de răcire şi un pat de control cu răsturnător) cu o suprafaţă totală de 6 000 m², precum şi patul de răcire de la Charleroi, avînd o suprafaţă de 2 600 m² şi caracterizat prin faptul că pasul axelor discurilor nu este constant ci se măreşte pe măsură ce tabla devine mai rece. Figura 2 reprezintă schema acestui pat — inclusiv curba de răcire pentru tabla de 40 mm — împărţit în patru zone [3].

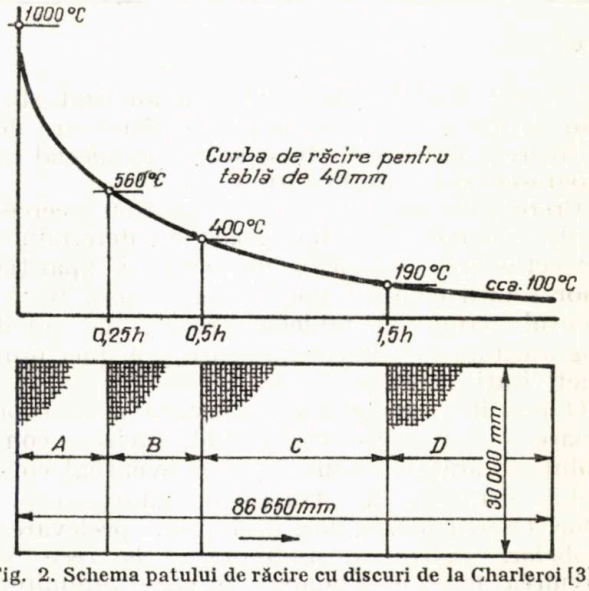


Fig. 2. Schema patului de răcire cu discuri de la Charleroi [3].

Tăierea tablelor. Pentru tăierea marginilor tablelor groase pînă nu de mult erau aplicate două soluţii :

— foarfece cu discuri, pentru grosimi maxime de circa 20 mm ;

— două foarfece ghilotină amplasate deplasat unul faţă de celălalt, pentru grosimi maxime de 40—50 mm.

Nici una din aceste construcţii nu era complet satisfăcătoare deoarece foarfecele cu discuri nu acopereau decît o parte din sortimentul de tablă, iar foarfecele ghilotină amplasate deplasat aveau productivitate redusă, necesitau investiţii şi spaţii mari şi nu asigurau o calitate superioară a tăierii. Pentru a elimina aceste dezavantaje în ultimii ani a fost introdus la un număr mare de laminoare foarfecele dublu pentru margini, constînd în principiu din două foarfece ghilotină cu cuţit scurt (1—1,5 m lungime) amplasate faţă în faţă, unul din foarfece fiind fix, iar celălalt deplasabil în funcţie de lăţimea tablei (fig. 3) [4] — [6].

Cuţitele principale sînt prevăzute cu cuţite auxiliare pentru separarea şutajelor, care nu trebuie mărunţite. Cele două foarfece sînt ac-

ţionate de cîte un motor de curent continuu (sincronizare electrică) sau de curent alternativ (sincronizare mecanică prin arbore intermediar). Foarfecele au în general un număr variabil de curse pe minut (în general max. 24 min^{-1}, cu tendinţă de mărire pînă la max. 30 min^{-1}), în funcţie de grosimea tablei. (În cazul acţionării cu motoare de curent alternativ variaţia turaţiei se obţine prin redresor în cascadă). Avansul tablei între două tăieri se face automat, cu ajutorul rolelor de prindere de la intrare şi ieşire care servesc şi pentru măsurarea grosimii, comandînd automat, în funcţie de aceasta, numărul de curse pe minut şi distanţa în plan orizontal dintre cuţite (pentru accelerarea procesului de tăiere aceste comenzi automate pot fi date şi prin preselectare, pe baza unui dispozitiv de măsurare a grosimii amplasat înaintea foarfecelui).

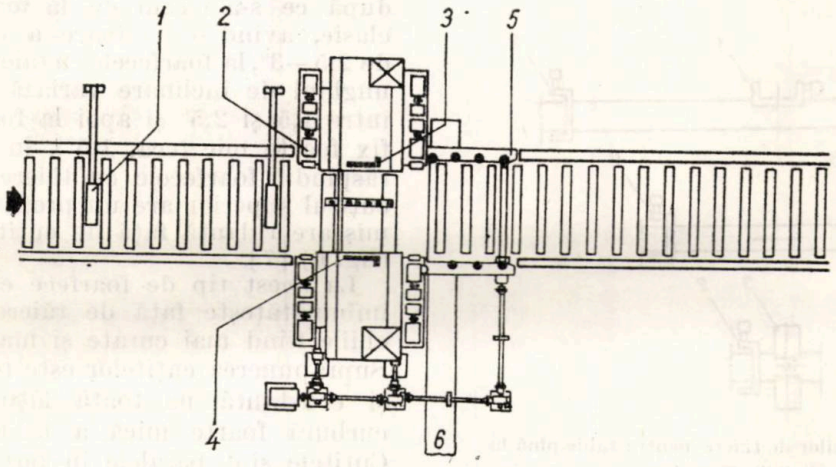


Fig. 3. Foarfece dublu pentru tăierea marginilor [5]:
1 — dispozitiv de poziţionare; *2* — role de prindere; *3* — foarfece fix; *4* — foarfece mobil; *5* — linial de ghidare; *6* — transportor de şutaje.

Tablele nu trebuie trasate înainte de tăiere; ele se poziţionează faţă de spoturi de referinţă proiectate pe tablă de dispozitive optice. După tăiere cuţitul superior se deplasează lateral înainte de ridicare sau efectuează tăierea sub un unghi şi la ridicare descrie o curbă, evitîndu-se astfel contactul cu tabla. Separarea şutajului tăiat (care poate avea o lăţime maximă de 150 mm) se poate face direct din tablă, în care caz cuţitele transversale sînt amplasate la capătul de intrare al cuţitelor longitudinale (fig. 4, *a*) sau la tăierea următoare, din marginea tăiată la cursa precedentă, în care caz cuţitele transversale sînt amplasate la capătul de ieşire al cuţitelor longitudinale (fig. 4, *b*). Forfecele este prevăzut la ieşire cu liniale de ghidare cu role verticale (un linial este fix, iar celălalt este sincronizat cu foarfecele mobil). Schimbarea cuţitelor se poate efectua în circa 15 min cu ajutorul unor dispozitive de schimbare rapidă.

Avantajele principale ale foarfecelui dublu pentru margini sînt următoarele:

— asigură tăierea întregului sortiment de tablă (pînă la 40—50 mm grosime) la o productivitate ridicată;

— calitatea foarte bună a tăierii (fără trepte de tăiere, bavuri şi fisuri);

— toleranţe strînse la lăţime (± 1 mm);

— marginile tăiate sînt paralele (săgeata în plan orizontal este sub 1 mm la 10 m lungime);

— se simplifică procesul tehnologic (nu este necesară trasarea prealabilă a tablelor şi mărunţirea şutajelor);

— grad avansat de automatizare;

— avantaje economice importante faţă de două foarfece amplasate deplasat (investiţii mai reduse cu circa 30%, spaţiul necesar mai mic cu 45%, cheltuieli de exploatare şi întreţinere cu 50% mai mici) [4].

Dintre foarfecele duble pentru margini construite în ultimul timp se menţionează foarfecele de la Mülheim, care are o forţă de tăiere de $2 \times 1\,150$ tf, o viteză maximă de tăiere de 35 m/min (max. 24 curse/min, cursa, respectiv lungimea şutajului, 1 450 mm) şi taie table de max. $40 \times 5\,000$ mm din oţel cu rezistenţa maximă la rupere de 95 kgf/mm^2. La Jdanov au

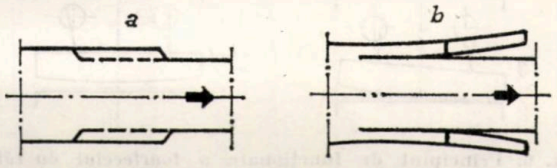


Fig. 4. Sisteme de separare a şutajelor [5].

fost montate două foarfece duble cu o forţă maximă de tăiere de $2 \times 1\,450$ tf, care pot tăia table de 5—50 mm grosime, 2 000—3 200 mm lăţime, din oţel cu rezistenţa maximă de

120 kgf/mm² la un ritm de 16—24 tăieri/min și la o lungime a șutajelor de 1 100 mm. Foarfecele dublu de la Dillingen are o viteză maximă de 42 m/min și taie table de max. 40×4 100 mm din oțel cu rezistență maximă la rupere de 100 kgf/mm².

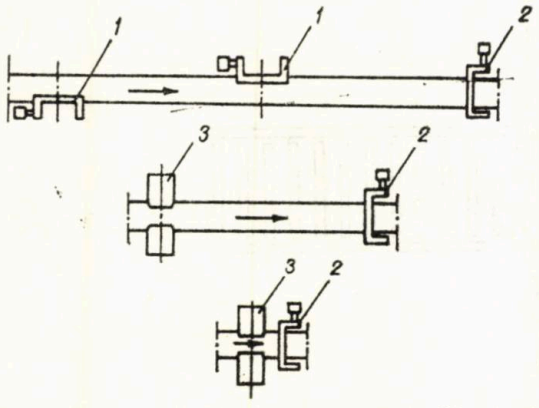


Fig. 5. Evoluția liniilor de tăiere pentru table pînă la 40—50 mm grosime:
1 — foarfece cu cuțit lung pentru tăierea marginilor; *2* — foarfece de divizare; *3* — foarfece dublu pentru tăierea marginilor.

O dezvoltare recentă în construcția liniilor de tăiere o reprezintă amplasarea la circa 4 m a foarfecelui de divizare față de foarfecele dublu pentru tăierea marginilor și funcționarea, ca o singură unitate, a celor două foarfece. În figura 5 este reprezentată evoluția liniilor de tăiere pentru table pînă la 40—50 mm grosime, de unde rezultă progresul mare realizat în ultimii ani, pînă la unitatea combinată pentru tăierea marginilor și divizare, care pe lîngă faptul că asigură un grad avansat de automatizare, prezintă și avantaje economice foarte mari față de soluția veche cu două foarfece ghilotină amplasate deplasat unul față de altul și la distanță mare față de foarfecele de divizare (investiții mai reduse cu circa 40%, spațiul necesar mai mic cu 80%, cheltuieli de exploatare și întreținere cu 50% mai mici).

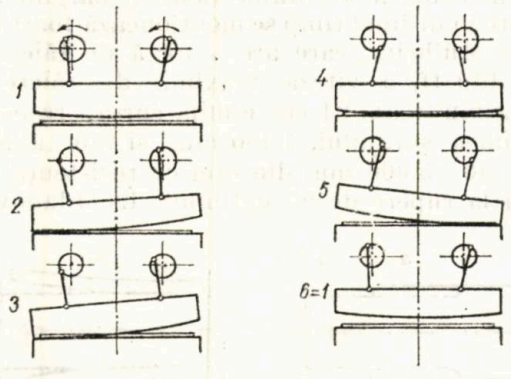


Fig. 6. Principiul de funcționare a foarfecelui cu tăiere rulantă [7].

Asigurarea unei calități cît mai bune a tăierii și realizarea unei curburi reduse a șutajelor (ceea ce ușurează transportul și mărunțirea acestora) a determinat evoluția continuă a construcției foarfecelor ghilotină pentru tăierea marginilor și pentru divizare. Astfel, după ce s-a trecut de la foarfecele ghilotină clasic, avînd o înclinare a cuțitului superior de 2,5—3°, la foarfecele cu tăiere oscilantă la care unghiul de înclinare variază în timpul tăierii între 1,5 și 2,5° și apoi la foarfecele cu unghi fix foarte mic (cca. 1,5°), în ultimul timp s-a răspîndit foarfecele cu tăiere rulantă, la care cuțitul superior are un profil curb și descrie o mișcare rulantă față de cuțitul inferior drept (fig. 6) [7].

La acest tip de foarfece calitatea tăierii se îmbunătățește față de tăierea înclinată, muchiile fiind mai curate și mai puțin ecruisate. Suprapunerea cuțitelor este redusă (1—5 mm) și constantă pe toată lățimea, rezultînd o curbură foarte mică a tablelor și șutajelor. Cuțitele sînt paralele în poziția inițială și finală, ceea ce permite o distanță suficient de mare între ele (circa de trei ori grosimea maximă a tablei) pentru o trecere sigură a tablelor prin foarfece. Cursa fiind cu 30—40% mai mică decît la construcția clasică, se reduce în mod corespunzător raza excentricului și, deci, cuplul necesar pentru tăiere. Distanța în plan orizontal dintre cuțite reprezintă circa 5% din grosimea tablei și se reglează din postul de comandă sau automat (pe baza unui dispozitiv de măsurare a grosimii).

Foarfecele de divizare moderne sînt deservite de mecanismele auxiliare clasice (apăsător de tablă, împingător de capete, cale cu role basculante etc.), prevăzute însă cu o serie de perfecționări. Astfel, apăsătorul de tablă are o forță suficientă pentru a putea fi utilizat și pentru marcare [6].

Un element nou și foarte important la divizare este înlocuirea opritorului mobil cu role de măsurare pentru fixarea lungimii de tăiere, care prezintă următoarele avantaje:

— construcție mai ușoară și mai ieftină;

— vizibilitate mai bună în regiunea foarfecelui;

— productivitate mai ridicată, în special la un program variat de tăiere;

— toleranțe restrînse la lungime (cca. +6mm) și puțin variabile în funcție de lungimea tablei;

— posibilitatea tăierii unor lungimi foarte mici (de exemplu fișiile de probă de cca. 300 mm);

— lungimile de tăiere pot fi programate anterior și oprirea tablei pentru tăiere se face automat, prin comandă-program.

Principiul tăierii rulante se aplică și la construcția foarfecelor ghilotină de despicare pentru table de maximum 40 mm grosime [7]. Pînă la realizarea acestei construcții, tăierea

longitudinală a tablelor se făcea la foarfece cu discuri, grosimea maximă fiind limitată la circa 20 mm. Prin tăiere rulantă s-a putut asigura o solicitare redusă a tablei și rămînerea în domeniul elastic, chiar și la grosimi de 40 mm.

Foarfecele de despicare cu tăiere rulantă sînt prevăzute și cu o reglare a distanței dintre cuțite în plan vertical, în funcție de grosime tablei, asigurînd astfel o pătrundere minimă a cuțitului în material, numai cea strict necesară pentru învingerea rezistenței la forfecare. În general, pentru tablele sub 10 mm grosime jocul vertical dintre cuțite este negativ (cuțitele se suprapun cu 0—5 mm), iar pentru table mai groase acest joc este pozitiv și reprezintă 30% din grosimea tablei. Avantajul foarfecelor de despicare cu tăiere rulantă pentru table pînă la 40 mm grosime este deosebit la laminoarele cu lungime mare a tăbliei, permițînd laminarea la lățime dublă a unei părți importante din sortiment, ceea ce are ca rezultat mărirea productivității și micșorarea consumului de metal. În cazul liniilor de tăiere care cuprind și foarfece de despicare cu tăiere rulantă, unitatea combinată este formată în general din foarfece dublu de margini și acest foarfece, iar foarfecele de divizare este amplasat la distanță mai mare.

Cu toată răspîndirea mare a foarfecelor duble pentru tăierea marginilor, ele nu au eliminat foarfecele cu discuri, care au o productivitate mai mare la grosimi mici și sînt justificate în cazul cînd cea mai mare parte din sortimentul laminorului cuprinde table sub circa 20 mm. Pentru a mări competitivitatea foarfecelor cu discuri față de foarfecele dublu, s-au realizat o serie de îmbunătățiri avînd drept scop asigurarea unei calități superioare a tăierii, mărirea productivității și extinderea limitei de grosime.

O atenție deosebită a fost acordată siguranței în exploatare chiar și la viteze ridicate de tăiere prin realizarea unor dispozitive adecvate de ghidare și conducere atît a tablelor, cît și a șutajelor, precum și prin respectarea unor lățimi minime a șutajelor laterale la foarfecele de margini (50—60 mm) sau a tablelor tăiate longitudinal la foarfecele de despicare (600 mm la 5 mm grosime și 800 mm la 14 mm grosime) [8].

Mărirea productivității se obține prin creșterea vitezelor de tăiere (pînă la 120 m/min) și prin reducerea timpilor pauză, realizată prin dispozitive perfecționate de poziționare a tablelor și mecanisme de schimbare rapidă a discurilor (în max. 15 min).

Foarfecele moderne cu discuri sînt prevăzute cu un grad avansat de automatizare, semnalele pentru efectuarea unor operații principale de poziționare fiind date din postul de comandă prin preselectare (poziționarea linialelor, a spoturilor luminoase, a foarfecelui mobil, a distanței dintre discuri în plan orizontal și vertical).

Datorită perfecționărilor aduse construcției foarfecelor cu discuri, a dispozitivelor de ghidare și conducere, precum și datorită preciziei ridicate a distanței dintre discuri în plan orizontal și vertical (+0,1 mm), precum și a poziției foarfecelui mobil, instalațiile moderne asigură toleranțe strînse la lățime (±1 mm), rectilinitate avansată a tablei (săgeata maximă în plan orizontal 1mm/10—15 m) și o calitate superioară a tăierii (fără bavuri, crestături, suprapuneri, ecruisări exagerate a marginilor).

În ultimii ani s-a lărgit gama de grosimi a tablelor tăiate la foarfecele cu discuri, realizîndu-se unități pentru table de 25—26 mm grosime.

La Indiana Harbour s-a pus în funcțiune o linie de ajustare în care se taie marginile, se divizează, se îndreaptă și se controlează tablele. Foarfecele cu discuri este prevăzut cu discuri egale de ∅ 1 016 mm, are o viteză de tăiere de 53—106 m/min și a fost construit pentru table de maximum 25,4 mm grosime și maximum 1 930 mm lățime. Construcția se caracterizează prin bascularea discurilor superioare cu maximum 7° față de discurile inferioare (în direcția de avans a tablei); în felul acesta se asigură conducerea corectă a șutajelor și se reduce ecruisarea marginilor.

La Vanderbijlpark a fost pusă în funcțiune în 1971 o instalație pentru table de maximum 26 mm grosime și maximum 2 600 mm lățime, viteza maximă de tăiere fiind de 120 m/min. Foarfecele cu discuri pentru tăierea marginilor este cuplat cu un foarfece cu discuri pentru tăiere longitudinală, care are o construcție independentă dar este sincronizat cu primul foarfece. Foarfecele au discuri cu diametrul de 1 200 mm, ceea ce asigură un raport optim față de grosimea tablei, permițînd reducerea deformării tablei și a ecruisării marginilor. Instalația este prevăzută cu o serie de elemente constructive noi ca, de exemplu: amplasarea înclinată a discurilor pentru a obține muchii perfect drepte, ghidaje laterale rigide cu role verticale reglabile individual și cu poziționarea perfect paralelă față de două puncte îndepărtate (ceea ce elimină săgeata orizontală), posibilitatea de reglare a distanței dintre cuțitele foarfecelui de mărunțire și egalizarea jocului axelor de antrenare (ceea ce asigură mărunțirea optimă a șutajelor și la grosimi mici), reglarea automată (prin preselectare) de la postul de comandă a distanței dintre discuri în funcție de grosimea tablei și calitatea oțelului (fig. 7) [9].

O construcție interesantă este aplicată la foarfecele cu discuri de la Jdanov, prevăzut să taie table de 5—20 mm grosime și 2 000—3 000 mm lățime, din oțel cu rezistența maximă la rupere de 120 kgf/mm², la o viteză de 18—48 m/min.

Foarfecele are discuri egale de Ø 1 400 mm, cele superioare putînd fi înclinate cu 3° în plan vertical (pentru a îmbunătăți calitatea tăierii), iar pentru a obține o conducere sigură a șutajelor este prevăzut cu un dispozitiv de îndreptare cu role (fig. 8) [10].

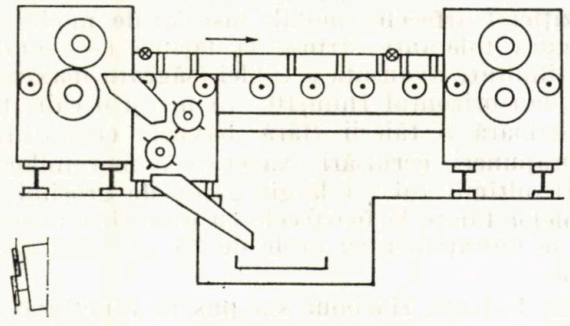


Fig. 7. Foarfece cu discuri pentru tăierea marginilor și despicare, pentru table pînă la 26 mm grosime [9].

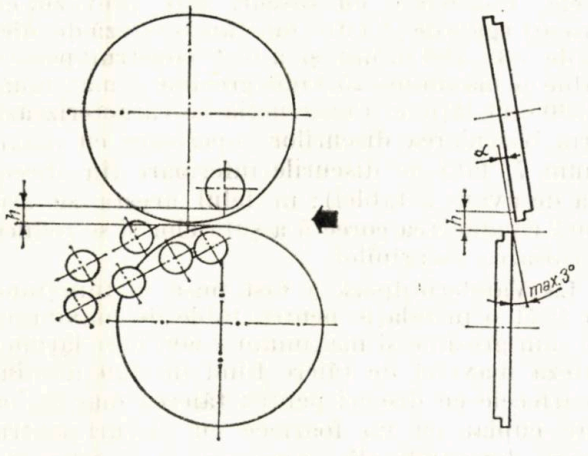


Fig. 8. Foarfecele cu discuri de la Jdanov [10].

O soluție complet nouă este preconizată de firma Mesta (fig. 9), constînd din cuplarea a două perechi de discuri, prima pereche efectuînd numai o spintecare, iar tăierea completă realizîndu-se la a doua pereche. Această construcție este proiectată pentru tăierea tablelor pînă la 38 mm grosime (și peste), cu o viteză maximă de peste 90 m/min [11]. Pentru ghidarea optimă a șutajelor s-au prevăzut role de conducere și îndreptare, avînd distanță reglabilă între ele. Foarfecele de mărunțire au cuțite helicoidale (ceea ce asigură o tăiere progresivă), montate pe tamburi excentrici (ceea ce permite reglarea distanței dintre cuțite în plan vertical, în funcție de grosimea tablei).

Tăierea la foarfece a tablelor de peste 40 — 50 mm grosime nu este economică deoarece necesită utilaje deosebit de mari și costisitoare. De aceea, tablele foarte groase se ajustează la instalații de tăiere autogenă. Dintre instalațiile cele mai noi se remarcă cea de la Jdanov, prevăzută pentru tăierea marginilor și divizarea tablelor (și a sleburilor) de maximum 300 mm grosime și maximum 3 600 mm lățime la rece sau la cald; instalația cuprinde patru mașini portal, lucrînd cîte două pe o cale de rulare de 40 m și comandate automat printr-un dispozitiv de măsurare a lungimii. De asemenea, se menționează ajustajul laminorului de la Wakayama, care cuprinde, pe lîngă o linie de tăiere cu foarfece cu discuri pentru table pînă la 19 mm grosime, o linie grea de tăiere prevăzută în loc de foarfece cu instalații de tăiere autogenă pentru tăierea marginilor și divizarea tablelor de 20—75 mm grosime și maximum 4 000 mm lățime.

Tratamentul termic al tablelor. Bazele metalurgice, elementele tehnologice și echipamentele folosite pentru tratamentul termic al tablelor groase au fost analizate detaliat într-un articol anterior [12].

Pentru asigurarea unor caracteristici mecanice ridicate ale tablelor, laminoarele moderne se prevăd în general cu instalații de tratament termic. Se menționează însă că în ultimul timp se răspîndește din ce în ce mai mult laminarea la temperatură controlată [1], care înlocuiește în multe cazuri normalizarea.

Tratamentele termice cele mai răspîndite sînt normalizarea (aplicată în special în Europa) și îmbunătățirea, adică călire + revenire (aplicată în special în S.U.A. și Japonia). Prin normalizare se obține o structură fină și omogenă, precum și o distribuție uniformă a carburilor, ceea ce influențează favorabil în special tenacitatea. Îmbunătățirea se aplică oțelurilor sudabile și cu rezistență ridicată, avînd un conținut redus de carbon (oțeluri tip T—1), care se caracterizează în special prin valori ridicate ale limitei de curgere, datorită structurii martensitice, precum și tablelor din oțeluri pentru industria criogenică (cu cca. 9% Ni) care au tenacitate ridicată și la —196°C. O categorie specială reprezintă tablele inoxidabile și refractare care sînt supuse unui tratament cu încălzire la temperatură înaltă (pînă la 1 100°C),

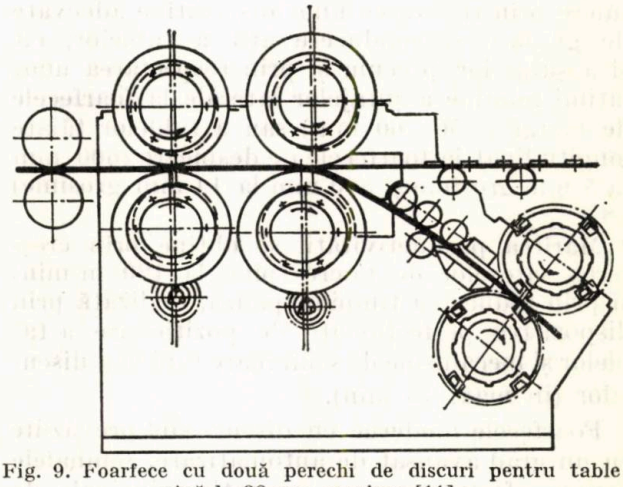


Fig. 9. Foarfece cu două perechi de discuri pentru table pînă la 38 mm grosime [11].

urmată de răcire în aer sau apă și avînd ca scop obținerea unei structuri adecvate.

Pentru normalizarea, recoacerea, încălzirea în vederea călirii și revenirea tablelor pînă la circa 100 mm grosime, cele mai răspîndite sînt cuptoarele cu role. În scopul reducerii oxidării, deseori cuptoarele cu role se prevăd cu încălzire indirectă (prin tuburi radiante cu recuperatoare individuale) și cu atmosferă controlată, îmbunătățind astfel călibilitatea și calitatea suprafeței; se menționează însă că în cazul cuptoarelor de revenire încălzirea indirectă nu este economică, datorită eficacității reduse a tuburilor radiante la temperaturi scăzute [13]. Cuptorul de normalizare nr. 2 de la Hartlepool, de 82,2 m lungime, cuprinde 142 role de Ø 380 mm, pasul 585 mm, este încălzit prin 342 tuburi radiante, are 10 zone de reglare termică și poate trata table de maximum 40×3 350 mm; programarea cuptorului se face prin cartele perforate, obținute la calculatorul principal și introduse în calculatorul cuptorului.

Pe lîngă cuptoarele cu role, în ultimul timp s-au construit mai multe cuptoare de tratament termic cu vatră păşitoare, care prezintă avantajul evitării băşicilor care apar în urma contactului dintre tablă și rolă [14]. Astfel, la Mülheim s-a montat un cuptor cu vatră păşitoare de 55 m lungime pentru normalizarea, călirea și revenirea tablelor de 8 — 100 mm grosime și 1 500—4 700 mm lățime, la o productivitate maximă de circa 80 t/h. Temperatura maximă din cuptor este de 1 100°C, diferența maximă de temperatură a tablei este de 10°C, iar consumul specific de căldură, de 280—300kcal/kg. Recent a fost pus în funcțiune la Dillingen un cuptor cu vatră păşitoare de 75 m lungime pentru normalizarea și revenirea tablelor de 4 — 100 mm grosime, 1 300 — 4 200 mm lățime și max. 30 m lungime. Gama de temperaturi este de 500—1 100°C, precizia temperaturii de ±5°C, iar productivitatea maximă (pentru tabla de 4 200 mm) este de 138 t/h, la normalizare la 925°C, și de 60 t/h, la revenire la 650°C.

Pentru tratamentul termic al tablelor foarte groase se folosesc cuptoare cu vatră mobilă, deoarece cantitatea relativ redusă nu justifică instalarea unor cuptoare continue pentru acest sortiment. Astfel, la Mizushima a fost pus în funcțiune un cuptor de tratament termic pentru table de maximum 300 mm grosime, maximum 4 200 mm lățime și maximum 50 t greutate, la Baytown funcționează un cuptor pentru detensionarea, normalizarea, recoacerea și revenirea tablelor de maximum 380 mm grosime, maximum 3 800 mm lățime și maximum 18,3 m lungime, gama de temperaturi fiind de 150—1 200°C. Cuptoarele cu vatră mobilă, avînd o capacitate relativ redusă, prezintă elasticitate ridicată și permit efectuarea unor tratamente speciale pentru care cuptoarele continue nu sînt adecvate (de exemplu recoaceri de lungă durată).

Instalațiile noi de călire a tablelor sînt de tipul „cu role", care față de presele de călire construite în trecut prezintă următoarele avantaje: mărirea vitezei de răcire, ceea ce extinde gama oțelurilor călibile și îmbunătățește caracteristicile mecanice ale tablelor; răcire mai uniformă și planeitate mai bună a tablelor; productivitate mai ridicată și calitate mai bună a suprafeței (țunder mai puțin).

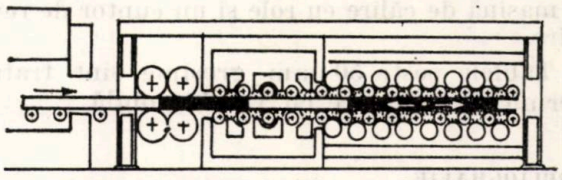


Fig. 10. Mașină de călire cu role [13].

Mașinile de călire cu role [15] cuprind două perechi de role de poziționare și îndreptare și două zone de călire (fig. 10), prin care tabla este deplasată cu ajutorul unor perechi de role; în prima zonă, caracterizată prin debit mai mic de apă (60—80 m³/min) la presiune ridicată (circa 10 at), tabla se deplasează continuu, iar în zona a doua, caracterizată prin debit mai mare de apă (150 — 300 m³/min) la presiune scăzută (pînă la 6 at), tabla are o mișcare oscilantă. Șirul inferior de role este fix, iar cel superior se reglează în funcție de grosimea tablei.

O rezolvare foarte complexă a tratamentului termic a fost aplicată la laminorul de 3 600 mm de la Jdanov, unde s-au prevăzut trei grupe de echipamente, pentru table pînă la 50 mm grosime [10]:

— O mașină de călire cu role pentru durificarea tablelor cu conținut mic de carbon, amplasată imediat după caja finisoare. Această soluție se bazează pe cele mai noi cercetări privind tratamentul termomecanic al tablelor, avînd ca principiu combinarea laminării la temperatură controlată cu răcirea bruscă a tablelor folosind căldura de laminare. Mașina cuprinde 70 role superioare și 70 role inferioare cu pasul de 500 mm, fiind prevăzute cu role de sprijin și acționate în comun în grupe de cîte 7+7. Rolele superioare exercită o presiune maximă asupra tablei de 1 000 tf. Răcirea se realizează cu un debit maxim de apă de 210 m³/min, la 10 at.

— Trei cuptoare cu role de cîte 113 m lungime, pentru normalizarea tablelor din oțel carbon și slab aliat. Cuptoarele sînt amplasate în flux paralel, încărcarea efectuîndu-se în stare caldă (600—700°C). Fiecare cuptor are 193 role de Ø 450 mm, p = 580 mm, acționate individual. Regimul de lucru este oscilant (viteza de încărcare și descărcare 1 m/s, viteza de oscilare 0,2 m/s). Productivitatea unui cuptor este de 187 t/h (pentru tabla de 40×3 250×14 000mm),

astfel că cele trei cuptoare pot prelua productivitatea orară a laminorului. Pentru stabilizarea structurii după normalizare, tablele se răcesc rapid la 450—550°C.

— O subsecție de tratament termic pentru îmbunătățirea tablelor aliate (în etapa II), care nu va fi sincronizată cu laminorul și va avea ca elemente de bază un cuptor de călire, o mașină de călire cu role și un cuptor de revenire.

Tablele peste 50 mm grosime sînt tratate termic în cuptoare cu vatră mobilă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Lederer A. *Stadiul actual al laminoarelor de tablă groasă.* Metalurgia, nr. 2, 1972 (I) și nr. 5, 1972 (II).

[2] Beckmann W. *Neuartiges Tragrostkühlbett für Mittel-und Grobbleche.* Blech, nr. 4, 1968.

[3] *** *2 600 m² Scheibenrollenkühlbett* (*Reclamă Moeller & Neumann*). Stahl und Eisen, nr. 22, 1969.

[4] Greis K. *Doppel-Besäumschere, eine neue Maschine in der Grobblech-Adjustage.* Blech, nr. 9, 1962.

[5] *** *Flachmesser-Saumscheren* (*Prospect Schloemann*).

[6] Fries G. *Combinaison moderne de cisailles dans le laminoir à tôles fortes.* La Métallurgie et la Construction Mécanique, nr. 5, 1972.

[7] Fries G. *Rollschnitt-Scheren zum Teilen und Spalten von Grobblechen.* Blech, nr. 11, 1968.

[8] Eltinger W. *Neuzeitliche Kreismesser-Scherenanlage für Grob-und Mittelbleche.* Blech, nr. 10, 1968.

[9] *** *Schloemann Kreismesserscheren mit neuen Vorteilen* (*Reclamă Schloemann*). Stahl und Eisen, ü. 7, 1972.

[10] Mutina Z. *Le plus grand laminoir à tôles fortes du monde en construction dans les aciéries de Vitkovice VZKG.* L'industrie lourde tchécoslovaque, nr. 8, 1971.

[11] Potter R. W. *Recent Developments in Cold Plate Side Shearing.* Iron and Steel Engineer, nr. 7, 1972.

[12] Lederer A. *Tratamentul termic al tablelor groase din oțeluri sudabile și cu rezistență ridicată.* Metalurgia, nr. 12, 1969 (I) și nr. 1, 1970 (II).

[13] Paximadi S. *Nuovi sviluppi della tecnologia e degli impianti di trattamenti termici su lamiere di grandi dimensioni.* La metallurgia italiana, nr. 6, 1972.

[14] *** *Informații privind cuptorul de tratament termic cu vatră pășitoare.* Blech, nr. 8, 1966; nr. 2, 1968; Klepzig Fachberichte, nr. 2, 1969; Stahl und Eisen, nr. 15, 1972.

[15] *** *Informații privind mașina de călire cu role.* Iron and Steel Engineer, nr. 10, 1965; nr. 12, 1966; nr. 3, 1968; nr. 4, 1971; Sumitomo Metals, nr. 20, 1968, [13].

Ing. A. Lederer
Institutul de proiectare tehnologică pentru laminoare — București

INVENȚII

Brevet francez nr. 2.033.117 C 22 c 39/00

OȚEL INOXIDABIL CU PROPRIETĂȚI SUPERIOARE DE DEFORMARE ÎN SPECIAL DE AMBUTISARE

Acest oțel poate fi laminat direct la rece, plecînd de la o bandă laminată la cald, pînă la o grosime de 0,5 mm fără recoaceri intermediare.

Compoziția chimică a oțelului care constituie obiectul brevetului de mai sus este următoarea : 0,06 % C; 0,2—1 % Mn; 13—14 % Cr; 0,2—1 % Si; 0,1—0,3 % Al; 0,05—0,15 % Ti.

Brevet francez nr. 21.101.098/1970C.21.B 7/00

INSTALAȚIE PENTRU RĂCIREA AUTOMATĂ A CUVEI UNUI FURNAL ÎN SCOPUL PRELUNGIRII CAMPANIEI DE FUNCȚIONARE

Instalația permite răcirea, în condiții optime, a cuvei unui furnal uzat, astfel că uzura căptușelii este oprită, aceasta putînd lucra în continuare un timp îndelungat.

Instalația poate fi aplicată, de asemenea, la răcirea căptușelii refractare a oricărui cuptor care funcționaează la temperaturi înalte timp îndelungat (cubilouri, generatoare de gaze etc.).

Brevet românesc nr. 54.268/1972B.22 f 3/00 49.1.3

PROCEDEU DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A UNOR TOPITURI METALICE

Această invenție se caracterizează prin faptul că imediat după descărcarea metalului lichid din agregatul de topire, topitura metalică este pusă în contact direct cu un amestec format din carbon și o hidrocarbură generatoare de gaze de reducere.

Titularul brevetului Uzina „Neferal" — București.

Brevet japonez nr. 2.015.309 C21c7/00

PROCEDEU DE DEZOXIDARE A OȚELULUI ÎN TIMPUL ELABORĂRII

Invenția se referă la un procedeu de elaborare a oțelului, caracterizat prin aceea că în baia de oțel lichid se introduce o celulă electrică cuplată la un dispozitiv de măsurare, cu care se determină automat cantitatea de dezoxidant necesară pentru dezoxidarea completă a băii de metal.

CRONICĂ

ASOCIAȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU TRATAMENTUL TERMIC AL MATERIALELOR (AITT)

La data de 11 iunie 1971 s-a înființat la Zürich Asociația internațională pentru tratamentul termic al materialelor (Internationaler Verband für die Wärmebehandlung der Werkstoffe-I.V.W. — International Federation for the Heat Treatment of Materials — IFHT —, Association Internationale de Traitement Thermique des Matériaux AITT).

În noiembrie 1971 a avut loc la Budapesta o ședință de informare, urmată de prima întrunire a delegaților în luna mai 1972 la Salzburg, cu ocazia celei de-a XIV-a Conferințe Internațională de Tratament Termic.

AITT este organizația care întrunește organizațiile naționale destinate preocupărilor privind știința și tehnica tratamentelor termice ale materialelor, în special ale metalelor. Această asociație și-a propus facilitarea schimbului de experiență internațional, în domeniul amintit, între specialiști, oameni de știință și institute. Acest obiectiv se propune a fi atins prin conferințe științifice-tehnice, prin comisii de specialitate, prin stimularea cercetărilor și investigațiilor.

În luna mai s-au afiliat la asociație: R. F. Germania, Franța, Marea Britanie, Italia, Japonia, Olanda, Suedia, Elveția și Spania. Au participat observatori din următoarele țări: R. P. Bulgaria, R. S. F. Jugoslavia, Austria, R. P. Polonă, R. S. România, Uniunea Sovietică, R. P. Ungară.

Conducerea executivă este compusă din: președinte, dr. ing. H. U. Mayer din Zürich, vicepreședinte, prof. dr. ing. O. Schaaber din Bremen, secretar, dipl. chim. H. Wyss, chestor, dipl. ing. H. J. Oesterle, ambii din Zürich.

Adresa asociației: Internationaler Verband für die Wärmebehandlung der Werkstoffe, Postfach 175, CH—8047, Zürich, Elveția.

Dr. ing. *Z. Kolozsváry*

RECENZII

A. Moszczýnski și Tadeusz Sobusiak. **ATMOSFERY OSNRONNE DOBROBKI CIEPLNEJ** (Atmosfere de protecție pentru tratamente termice). Warszawa, Widawnistwa Naukowo-Techniczne, 1971, 342 pag., 238 fig.

Prin această lucrare autorii au reușit să alcătuiască un material complet care oferă cititorilor posibilitatea să cunoască în ansamblu fenomenele care se petrec la suprafața metalelor în timpul proceselor de tratament termic, precum și reacțiile de oxidare și de decarburare, mecanismul de producere a acestor reacții și metodele de producere și folosire a atmosferelor protectoare.

De asemenea, insistînd asupra schemelor aparaturii folosite pentru producerea acestor atmosfere, autorii au venit cu exemple multiple de diferite cuptoare și generatoare, indicînd, în același timp, fotografiile acestora, precum și proveniența (furnizorul) lor.

Materialul este sistematizat logic în opt capitole, care tratează fiecare cîte o problemă fundamentală, privind tema lucrării, înlesnind găsirea rapidă în cuprins a paragrafelor dorite.

În prima partea a lucrării (capitolul 2) autorii fac o trecere în revistă a reacțiilor chimice fundamentale care au loc în timpul încălzirii metalelor și aliajelor la temperaturi înalte, în atmosferă obișnuită sau în prezența unor atmosfere formate din diferite gaze sau amestecuri de gaze. Această parte pur teoretică a lucrării este bogat ilustrată de un număr mare de diagrame și tabele care sintetizează considerentele teoretice și dau posibilitatea înțelegerii și asimilării fenomenelor tratate. Deși literatura noastră a mai publicat o astfel de parte fundamentală, totuși aceasta constituie un bun capitol introductiv.

În capitolul 3 se dă o imagine sistematică privind clasificarea și caracteristicile atmosferelor protectoare. Pentru o mai bună orientare a aspectului economic al folosirii acestor atmosfere în tabele, pe lîngă alte date privind compoziția, consumul de materie primă, energie electrică, apă etc., se includ și prețurile (în zloți) pentru producerea diferitelor tipuri de atmosfere.

Capitolele următoare (4 și 5) prezintă detaliat cititorului poblemele producerii atmosferelor protectoare, precum și metodele de control și aparatura folosită. Aceste capitole care tratează cu lux de amănunte toate aspectele problemelor: teoretice, materii prime, aparatură, rezultate obținute în practică, schemele de principiu ale instalațiilor, precum și tabele cu date fizice ale atmosferelor produse în generatoarele fabricate de diferite firme, oferă o excelentă imagine a necesității și posibilităților actuale în domeniul folosirii atmosferelor protectoare. Tratarea amănunțită a problemei controlului, metodele de control, reacțiile care au loc, rezultatele obținute și interpretarea lor, mijloacele și modul în care controlul poate influența asupra calității și eficienței atmosferelor protectoare, prezintă o mare importanță practică în exploatarea instalațiilor din uzine și are ca rezultat final posibilitatea realizării de economii de metale, energie, aparatură și manoperă, prin indicarea căilor de respectare a parametrilor.

În continuare, capitolul 6 este consacrat principiilor constructive ale cuptoarelor cu atmosfere protectoare.

După ce s-au analizat toate aceste probleme, lucrarea prezintă unul din cele mai importante capitole și anume, alegerea și folosirea atmosferelor protectoare. Această parte se adresează mai mult specialiștilor din exploatare, interesînd atît pe cei din ateliere, cît și pe cei ce se ocupă cu partea de concepție, oferindu-le posibilitatea să cunoască tipurile de atmosfere protectoare recomandate în funcție de natura tratamentului termic, calitatea metalelor și aliajelor, temperatura de încălzire etc., precum și modul de folosire și rezultatele ce se obțin în practică.

Lucrarea se încheie cu un capitol referitor la protecția și igiena muncii în cazul folosirii atmosferelor protectoare, descriind proprietățile lor toxice și explozive și indicînd principiile și mijloacele de protecție necesare.

Unele probleme tratate în această lucrare (capitolul 2) au apărut pînă în prezent și în R. S. România. Ar fi folositoare apariția unei lucrări cu această temă, dar de redactare românească, atît de necesară inginerilor și tehnicienilor care lucrează în industria metalurgică.

Ing. *Maria Barbu*

Iudin S. B., Levin M. M. și Rozenfeld S.E. **ȚENTROBEJNOE LITIO** (Turnarea centrifugă), ediția a 2-a, prelucrată și completată. Moscova, Mașinostroenie, 1972, 280 pag., 216 fig.

Față de prima ediție apărută în 1962, lucrarea prezintă cunoștințele noi acumulate în producție și cercetare, în ultimii 10 ani, în domeniul turnării centrifuge. Astfel, se expun noutățile privind noile domenii de utilizare a turnării centrifuge, sînt analizate ultimele realizări în turnarea centrifugă a tuburilor de fontă și oțel, a pieselor profilate și a pieselor bimetalice.

După un început cu caracter general (Cap. I), cuprinsul poate fi împărțit în patru părți. În prima parte se analizează problemele teoretice privind hidraulica metalului lichid (Cap. II) și particularitățile solidificării pieselor obți-

nute prin turnare centrifugă (Cap. III). Această parte are o adresabilitate mai limitată, adresîndu-se cercetătorilor.

În a doua parte (Cap. IV) se analizează elementele tehnologice care se stabilesc la turnarea centrifugă (poziția axului și viteza de rotație, dozarea metalului, viteza de turnare și adaosurile de prelucrare).

În partea a treia (Cap. V) se analizează construcția elementelor mașinii pentru turnarea centrifugă (forma, suportul ei, mecanismul de acționare, dispozitivul de turnare și instalația de răcire).

În ultima parte se analizează turnarea centrifugă a bucșelor cilindrice și de forma unor corpuri de revoluție, din fontă, în forme căptușite cu amestec de formare și în forme metalice (cămăși de cilindri) (Cap. VI și VII), turnarea centrifugă a tuburilor de fontă (Cap. VIII) (în forme metalice răcite intens și în forme căptușite), turnarea centrifugă a semifabricatelor de oțel (Cap. IX)(pentru roți de lagăre, pentru flanșe, pentru tuburi cu pereți groși, pentru mașini grele) și de neferoase. În continuare (Cap. XI) se analizează turnarea centrifugă a semifabricatelor formate din două straturi (bimetalice, metal-zgură, metal-sticlă). În final (Cap. XII) se analizează turnarea centrifugă a pieselor de forma corpurilor de revoluție în forme nisip-argilă, ceramice, obținute cu modele ușor fuzibile și metalice.

Lucrarea are în general un caracter profund tehnologic. Toate laturile teoretice abordate sînt în strînsă legătură cu cele practice. Ea face o sinteză a experienței practice acumulate în U.R.S.S. și în străinătate.

Ing. *P. Iordănescu*

Academia de științe a U.R.S.S. **LEGHIROVANIE I SVOISTVA JAROPROCINÎH SPLAVOV** (Alierea și proprietățile aliajelor refractare). Moscova, Editura Nauka, 1971, 208 pag., 102 fig.

Lucrarea acumulează cele mai noi date rezultate din cercetările efectuate la Institutul de metalurgie „A. A. Baikov" din Moscova al Academiei de științe a U.R.S.S. și, ca urmare, are un profund caracter teoretic. Ea concentrează, sub formă de articole, actualele probleme ale teoriei refractarității.

Lucrarea poate fi împărțită în două părți.

În prima parte se analizează mecanismul după care decurge curgerea metalelor și aliajelor, creșterea rezistenței soluțiilor solide prin aliere și crearea unei structuri de dislocații stabile și influența fazelor în exces asupra curgerii și ruperii aliajelor.

La început (Cap. I) se analizează unele probleme de teoria refractarității (probleme fizico-chimice, structura electronică, refractaritatea ș.a.). Se continuă (Cap. II) cu analiza fenomenului de curgere a metalelor la temperaturi înalte sub influența diferiților factori (aliere, cîmp elastic al structurii de dislocații, ultrasunete).

Într-un număr important de articole se analizează mecanismul de creștere a rezistenței mecanice a soluțiilor solide (Cap. III), în principal prin aliere.

În capitolul IV se analizează durificarea prin dispersie a aliajelor refractare utilizate în energetica termică, pentru palele turbinelor cu gaze și a tuburilor prin deformare la rece.

În partea a doua se analizează aspecte ale interacțiunii dintre materialele metalice și mediul exterior și ale difuziunii în metale și aliaje.

Se analizează, în special, probleme de mecanism și cinetică privind: formarea straturilor de difuziune la suprafața metalelor, interacțiunea metalelor cu electroliți ce conțin bor, metalizarea prin difuziune din paste, schimbarea cantității de dislocații și vacanțe în aliaje la difuziunea impurităților. Se mai analizează creșterea refractarității oțelurilor refractare, rolul cîtorva elemente care nu formează carburi în procesele de formare a carburilor în oțelul austenitic ș.a.

Lucrarea constituie un ajutor prețios pentru cercetătorii care se preocupă de problema materialelor refractare și pentru doctoranzi. Lectura acestei lucrări presupune un potențial mare de cunoștințe în domeniul structurii metalelor.

Ing. *P. Iordănescu*

T.G.L. — TASCHENBUCH — STAHL, Band III. Stahlleicht — profile, kalt geformte, Stahlrohre, Stabstahl und Stahldraht, blank, Abmessungen und Lieferbedingungen, Allgemeine Standards, Zusätzliche Standards — Herausgeben von der Stahlberatungsstelle. Freiberg — VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig, 1972 (Culegere de standarde T.G.L. Vol. III. Profile ușoare de oțel, îndoite la rece; țevi și sîrme de oțel, blane; Dimensiuni și condiții tehnice de livrare; Standarde generale; Standarde suplimentare).

Standardele în vigoare în Republica Democrată Germană pentru oțel sînt cuprinse în trei volume de culegeri de standarde T.G.L. Primele două volume au fost recenzate în revista „Metalurgia" nr. 8/1972 și nr. 12/1972*. Tabla de materii a volumului III are următorul cuprins:

1 — Lista standardelor (grupate în ordine alfabetică în cuprinsul grupelor de produse).

1.1 — Profile ușoare de oțel, îndoite la rece. Dimensiuni și condiții tehnice de livrare.

1.2 — Țevi de oțel. Dimensiuni și condiții tehnice de livrare.

1.3 — Bare de oțel, blanc. Dimensiuni și condiții tehnice de livrare.

1.4 — Sîrme de oțel, blanc. Dimensiuni și condiții tehnice de livrare.

1.5 — Standarde generale.

1.6 — Standarde suplimentare (standardele elaborate după editarea volumelor I și II ale culegerii).

2 — Lista standardelor care se găsesc în prezent în revizuire și într-o nouă elaborare.

3 — Specificația standardelor R.D.G. și a domeniilor de specialitate privind siderurgia.

4 — Lista standardelor T.G.L. în ordinea crescătoare a numerotării.

5 — Index.

În această culegere se cuprind standardele aprobate pînă la data de 31.01. 1972, privind dimensiunile și condițiile tehnice de livrare a profilelor ușoare de oțel îndoite la rece, a țevilor de oțel, a barelor și sîrmelor blanc. La punctul 1.6 se dau standardele aprobate după apariția volumelor I și II, privind condițiile tehnice de livrare și dimensiunile benzilor late de oțel laminate la rece.

Domeniile de aplicare și de valabilitate ale standardelor reies clar din titlurile lor. Sortimentele standardelor nu sînt însă în toate cazurile aceleași cu cele din programul de livrare a siderurgiei, care conține de regulă game sortimentale mai restrînse. Se atrage atenția consumatorilor de oțel că pentru aprovizionare trebuie să se orienteze, în primul rînd, după sortimentele preferențiale stabilite în cadrul celor patru volume ale lucrării „Program de livrare pentru oțeluri" („Lieferprogramm Stahl". editat în R.D.G.).

Prin categoriile de laminate și sortimentele abordate, precum și prin modul de sistematizare și tratare a condițiilor tehnice de livrare, de asemenea prin prescripțiile ce reflectă nivelul calitativ al produselor și prin indicațiile suplimentare care se dau în standardele din culegere, această lucrare este o bună documentare pentru personalul ocupat cu elaborarea și aplicarea standardelor de produse laminate ale siderurgiei.

Utilitatea evidentă a unor asemenea culegeri de standarde și importanța actualizării lor periodice impune necesitatea de a se completa și reedita colecțiile STAS din domeniul produselor de oțel ale siderurgiei, apărute la noi acum 5—8 ani și de mult epuizate.

Ing. *I. Franțiu*

* Vol. I — Bare și profile din oțel, laminate la cald, condiții tehnice de livrare.

Vol. II — Bare și profile din oțel laminate la cald, dimensiuni. Adaosuri de prelucrare pentru piese forjate liber. Table și benzi, laminate la cald și la rece, dimensiuni și condiții tehnice de livrare.

CD 622.341.1:622.7:539.4/.5

L'établissement des caractéristiques physiques et chimiques de la charge de l'installation d'agglomération

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. et *Gufu M.*, p. 161—166

On a établi un modèle mathématique et un schéma de dosage de la charge pour l'établissement des contenus en fer, en matériel à granulation réduite en carbone ainsi que de la basicité de la charge, qui sont présentés en détail dans l'ouvrage.

Le modèle a été vérifié au préalable pour une installation du Combinat sidérurgique — Galatzi et l'on présente les conclusions concernant la valabilité et l'efficience du modèle.

Pour conclure, on analyse le problème de la maximisation de la charge, problème qui doit être encore étudié en vue de la réalisation de ce maximum.

CD 622.7:539.4/.5

L'influence de la pré-réduction sur les caractéristiques physiques et chimiques de l'agglomérat (I)

Hătărăscu O. et *Țocu P.*, p. 167—171

On a étudié, en phase de laboratoire, l'influence de la température de réduction, de la composition et du débit du gaz réducteur, sur la vitesse de réduction de l'agglomérat auto-fondant. On a ensuite examiné la modification des caractéristiques mécaniques et minéralogiques de l'agglomérat, pour différents degrés de réduction. On a utilisé une installation de réduction du type balance thermique, fonctionnant avec du monooxyde de carbone ou bien avec les gaz résultés de la conversion du méthane avec du bioxyde de carbone.

Les données établies au cours des expérimentations de laboratoire ont été vérifiées en phase pilote à l'aide d'une installation du type cuve de réduction, ayant un volume utile de 2,2 m^3.

CD 669.018—154:532.612

L'exécution d'une installation pour la détermination de la tension superficielle et de la densité des alliages à l'état liquide

Dragomir I. et *Rusu E.*, p. 172—174

On décrit une installation pour la détermination de la tension superficielle et de la densité des alliages en état liquide par la méthode de la pression maxima dans la bulle de gaz, installation exécutée dans le laboratoire pour la théorie des processus sidérurgiques, dans le cadre de la faculté de sidérurgie.

On présente le mode de travail, la méthode de calcul de la tension superficielle et de la densité et on indique les résultats de la détermination de contrôle.

CD 669.14—462:621.791

Contributions concernant le calcul et l'optimisation de la puissance utile, transmise au cours du processus de soudage des tubes par des courants de haute fréquence

Știrbu Cornelia et *Ivanov Gr.*, p. 175—178

On analyse, dans cet ouvrage, quelques aspects concernant le soudage des tubes à l'aide des courants de haute fréquence. On étudie l'influence de certains facteurs comme, par exemple : la distance de l'inducteur jusqu'au point de soudure et la surface de l'interstice entre les marges de la bande sur la puissance de haute fréquence transmise aux tubes au cours du processus de soudage.

On propose une formule opérative de calcul pour la puissance maxima dans laquelle intervient, comme paramètre variable, la distance inducteur — point de contact. En étudiant les extrèmes de la fonction de puissance, on détermine la valeur de cette distance et implicitement la formule de la puissance optima dans le tube qui mène au rendement le plus élevé de toute l'installation de haute fréquence.

CD 669.14·018.252.3:539.374:621.882

Recherches concernant l'amélioration de la qualité des aciers destinés à la fabrication des vis et des écrous par déformation plastique à froid

Suciu I., p. 179—182

On présente les résultats obtenus à la suite des expérimentations effectuées dans le cadre de l'usine I.S.C.T. en vue d'obtenir des aciers à caractéristiques supérieures. On a spécialement souhaité la réalisation d'une couche décarburée ayant une petite profondeur, en assurant certaines conditions de protection et de laminage correspondantes.

CD 669.131.7:536.21

Méthode, installation et recherches expérimentales concernant le comportement au choc thermique de certaines fontes à graphite nodulaires

Zubac V., p. 183—186

On présente la méthode et l'installation construite pour l'essai au choc thermique de certaines fontes à graphite nodulaire hypereutectiques, ayant la teneur en carbone comprise entre 4,5 et 4,83%.

La méthode et l'installation permettent de définir la résistance au fissurage des alliages et, particulièrement, des fontes.

Le dispositif conçu consiste en une partie mécanique et une seconde électrique, étant adapté à un générateur de haute fréquence de $P = 5$ kVA et $f = 1{,}9$ M H_2.

CD 669.3:543:432

La détermination photo-colorimétrique du Cu dans les dépôts électrographiques des certains alliages à base de Cu

Armeanu V. et *Niculescu I.*, p. 187—189

On a étudié les dépôts électrographiques du cuivre à partir du cuivre électrolytique, des bronzes, des bronzes à l'aluminium, du laiton (Cu, Zn, Pb) et des alliages D_1 (3,8—4,8% Cu; 0,4—0,8% Mg; 0,4—0,8% Mn; 0,7% Fe, Si, Ni; 0,3%Zn) et Br. A.I.N. 10—4—4L (3,5—5,5% Ni; 9,5—11% Al; 3,5—5,5% Sn, reste Cu).

On a utilisé comme support le papier-filtre et divers électrolytes. On a varié la durée de contact, la différence de potentiel ainsi que l'électrolyte (la nature et la quantité). Les épreuves électrographiques ont été enregistrées dans des solutions à un spectrocolorimètre „Specol" et on a obtenu une précision de l'ordre des méthodes sémi-quanitatives et quantitatives.

CD 669.162.12/.14:621.86/.87

La manipulation des matières premières pour les fourneaux du Combinat sidérurgique-Galatzi

Iancu N., p. 190—192

On présente une description générale de l'utilisation des matières premières dans le cadre du secteur fourneaux-agglomération du Combinat sidérurgique-Galatzi, et l'on montre le mode par lequel se déroulent les opérations de manipulation des matériaux entre les unités de la section, à partir du déchargement et jusqu'aux consommateurs.

On présente aussi les résultats obtenus pendant l'exploitation lors du déchargement des wagons à l'aide des culbuteurs*.

---

* Descripteurs : dépôt, manipulation, déchargement, culbutage, automation du dépôt.

ДК 622.341.1:622.7:539.4/.5

Стабилизация физико-химических характеристик шихты аломерационных установок

Опреску И., *Думитрашку П.*, *Вырколаку И.*, и *Гуцу М.*, р. 161—166

Была установлена математическая модель и схема дозирования шихты для стабилизации содержаний железа, мелочи, углерода и основности шихты, которые приводятся в статье.

Модель была предварительно проверена для установки Металлургического Комбината Галац. В работе делаются выводы о действительности и эффективности указанной модели.

Рассматривается вопрос максимизации проницаемости шихты. Этот вопрос нуждается в дополнительных исследованиях для достижения максимальной проницаемости.

ДК 622.7:539.4/.5

Влияние предварительного восстановления на физико-химические характеристики агломерата

Хэтэрэску О. и *Цоку П.*, р. 167—171

В лабораторных условиях исследовалось влияние температуры восстановления, состава и расхода восстановительного газа на скорость восстановления самоплавкого агломерата. Далее было прослежено изменение механических и минералогических характеристик агломерата для различных степеней восстановления. Использовалась восстановительная установка типа термических весов работающая на водороде, окиси углерода или на газах, получаемых конверсией метана двуокисью углерода.

Данные найденные при лабораторных опытах были проверены на экспериментальной восстановительной установке шахтного типа, с полезным объемом 2,2 м^3.

ДК 669.018—154:532.612

Реализация установки для определения поверхностного натяжения и плотности сплавов в жидком состоянии

Драгомир И. и *Русу Е.*, р. 172—174

В статье описывается установка для определения поверхностного натяжения и плотности сплавов в жидком состоянии в лаборатории по теории металлургических процессов, кафедры черной металлургии.

Описываются способ работы, метод расчета поверхностного натяжения и плотности и приводятся результаты контрольного определения.

ДК 669.14—462:621.791

К расчету и оптимизации полезной мощности передаваемой в процессе сварки труб при помощи токов высокой частоты

Штирбу Корнелия и Иванов Гр., р. 175—178

В работе рассматриваются некоторые аспекты сварки труб при помощи ТВЧ. Исследуется влияние некоторых факторов как расстояние индуктора от точки сварки и поверхности участка между краями полосы на мощность тока высокой частоты, передаваемую трубам в процессе сварки.

Предложена оперативная формула для расчета максимальной мощности которая учитывает в качестве переменного параметра расстояние от индуктора до контактной точки. Путем изучения экстремумов функции мощности определяется значение этого расстояния и тем самым, формула оптимальной мощности на трубе, приводящая к наиболее высокой производительности высокочастотной установки.

ДК 669,14.018.252.3:5_9.374.621.882

Исследования, касающиеся повышения качества сталей предназначенных для производства болтов и гаек путем холодной обработки давлением

Сучу И., р. 179—182

Приводятся результаты полученные при испытаниях проведенных на заводе И.С.Ч.Т. с целью получения сталей с высокими характеристиками. Преследовалось главным образом получение обезуглероженного слоя малой глубины путем обеспечения соответствующих условий защиты и прокатки.

ДК 669.131.7: 536.21

Метод, установка и экспериментальные исследования, касающиеся поведения при термическом ударе сфероидальных чугунов

Зубак В., р. 183—186

Описывается метод и установка сконструированная для испытания на термический удар заэвтектических чугунов со сфероидальным графитом с эквивалентным углеродом в пределах от 4,5 до 4,83 %.

Метод и установка дают возможность определять устойчивость к расстрескиванию сплавов, в частности чугунов.

Разработанное приспособление состоит из механической и электрической частей и адаптировано к высокочастотному генератору P=5 ква и f=1,9 МН2.

ДК 669.3:543.432

Фотоколориметрическое определение меди при электрографических осаждениях сплавов на основе меди

Армяну В. и *Никулеску И.*, р. 187—189

Исследовались электрографические осаждения меди из электролитной меди, бронз, алюминиевых бронз, латуни (Cu, Zn, Pb) и из сплавов Д (3,8—4,8 % Cu, 0,4—0,8 % Mg; 0,4—0,8 % Mn 0,7 % Fe, Si, Ni, Mn; 0,3 % Zn (и Бр АИН. 10—4—4Л) 3,5—5,5 % Ni; 9,5—11 % Al; 3,5—5,5 % Cu, остальное медь).

В качестве подставки была использована фильтровальная бумага и разные электролиты.

Изменялось время контакта, разность потенциалов и электролит (натура и количество). Отсчет электрографических проб производился в растворах на спектроколориметре СПЕКОЛ при точности порядка полуколичественного и количественного методов.

ДК 669.162.12/.14:621.86/.87

Перевозка сырьевых материалов для доменных печей в М.К. Галац

Янку И., р. 190—192

В статье дается общее описание хозяйства сырьевых материалов в отделении доменных печей — спекания М.К. Галац, и показано как производятся операции перемещения материалов внутри цеха от разгрузки до потребителей.

Приводятся также результаты полученные в эксплуатации при разгрузке вагонов при помощи опрокидывателей.

Описатели: склад, перемещение, разгрузка, опрокидыватель, автоматизация, склад.

DK 622.341.1:622.7:539.4/.5

Stabilisierung der physikalischen und chemischen Kennziffern der Beschickung von Agglomerieranlagen

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. und *Guțu M.*, p. 161 – 166

Es wurde ein mathematisches Modell und ein Beschickungsschema entwickelt, in der Arbeit eingehend erörtert, zwecks Stabilisierung des Gehaltes an Eisen, Kleinerz und Kohlenstoff, wie auch der Beschickungsbasizität.

Das Modell wurde vorläufig auf einer Anlage im Eisenhüttenwerk – Galați geprüft, und die Arbeit legt Schlussfolgerungen über seine Gültigkeit und seine Wirksamkeit vor.

Am Ende wird die Frage der Maximisierung der Beschikkungspermeabilität analysiert, Frage die weitere Studien zwecks Erreichung des Maximums erfordert.

DK 622.7:539.4/.5

Einfluss der Vorreduktion auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Agglomerats

Hătărăscu O. und *Țocu P.*, p. 167–171

Es wurde, auf Laborstufe, der Einfluss von Reduktionstemperatur, Zusammensetzung und Menge des reduzierenden Gases auf die Reduktionsgeschwindigkeit des selbstschmelzenden Agglomerats untersucht. Weiter wurde die Änderung der mineralogischen und mechanischen Eigenschaften des Agglomerats für verschiedene Reduktionsgraden beobachtet. Eine thermische Waage, mit Wasserstoff, Kohlenmonoxyd oder von Methankonversion mit Kohlendioxyd stammendem Abgas betrieben, wurde als Reduktionsanlage verwendet.

Die durch Laboruntersuchungen festgestellten Daten wurden auf Pilotstufe mittels einer Schachtreduktionseinrichtung mit einem nützlichen Volumen von 2,2 m² geprüft.

DK 669,018–154:532.612

Erzeugung einer Anlage für Bestimmung der Oberflächenspannung und Dichte der Legierungen im flüssigen Zustand

Dragomir I. und *Rusu E.*, p. 172–174

Es wird eine Anlage für Bestimmung der Oberflächenspannung und Dichte der Legierungen im flüssigen Zustand durch das Verfahren des maximalen Druckes in der Gasblase, Anlage die im Laboratorium für Theorie der Eisenhüttenvorgänge des Lehrstuhles für Eisenhüttenwesen erzeugt wurde, beschrieben.

Arbeitsweise, Rechnungsverfahren für Oberflächenspannung und Dichte werden vorgelegt und die Ergebnisse der Bestimmungen werden angezeigt.

DK 669.14–462:621.791

Beiträge zu der Berechnung und Optimisierung der im Vorgang der Rohrschweissung mit Hochfrequenzstrom übertragenen Nutzleistung

Știrbu Cornelia und *Ivanov Gr.*, p. 175–178

Der Artikel analysiert einige Aspekte der Rohrschweissung mit Hochfrequenzstrom. Es wird der Einfluss von Faktoren wie: Abstand zwischen Induktor und Schweisspunkt, Fläche der Lücke zwischen den Bandrändern auf die den Röhren im Schweissvorgang übertragene Hochfrequenzleistung untersucht.

Eine operative Rechnungsformel für die Maximalleistung, in der als änderliches Parameter der Abstand zwischen Induktor und Kontaktpunkt eintritt, wird vorgeschlagen. Durch Untersuchung der Leistungsfunktionextremen wird der Wert dieses Abstandes bestimmt und, einschliesslich, die Formel der optimalen Leistung im Rohr, die zu einem Höchstwirkungsgrad der gesamten Hochfrequenzanlage führt.

DK 669.14.018.252.3:539.374.621.882

Untersuchungen betreffs Qualitätsverbesserung des durch plastische Kaltdeformierung erzeugten Stahles für Schrauben und Muttern

Suciu I., p. 179–182

Es werden die Ergebnisse der im Werk I.S.C.T. ausgeführten Erforschungen zwecks Erzeugung von hochwertigem Stahl angegeben. Man verfolgte besonders eine entkohlte Schichte mit geringer Tiefe zu erhalten, durch Versicherung von geeigneten Schutz – und Walzbedingungen.

DK 669.131.7:536.21

Verfahren, Anlage und Experimentaluntersuchungen betreffs Verhalten bei Wärmestoss des Kugelgraphitgusses

Zubac V., p. 183–186

Es wird das Verfahren und die erzeugte Anlage für Wärmestossprüfung des hypereutektischen Kugelgraphitgusses mit Equivalentkohlenstoff zwischen 4,5 und 4,83 % vorgeführt.

Das Verfahren und die Anlage ermöglichen eine Bestimmung der Rissbeständigkeit von Legierungen und besonders von Grauguss.

Die entworfene Vorrichtung besteht aus einem mechanischen und einem elektrischen Teil und ist an einem Hochfrequenzgenerator mit $P = 5$kVA und $f = 1{,}9$ MHz angeschaltet.

DK 669.3:543.432

Photokolorimetrische Bestimmung von Kupfer in elektrographischen Abscheidungen von Kupferlegierungen

Armeanu V. und *Niculescu I.*, p. 187–189

Es werden die elektrographischen Kupferabscheidungen aus elektrolytischem Kupfer, Bronzen, Aluminiumbronzen, Messing (Cu, Zn, Pb) und aus Legierungen wie D_1 (3,8–4,8 % Cu; 0,4–0,8 % Mg; 0,4–0,8 % Mn; 0,7 % Fe, Si, Ni; 0,3 % Zn) und Br. A.I.N. 10–4–4L (3–5, 5,5 % Ni; 9,5–11 Al; 3,5–5,5 % Sn, Rest Cu), untersucht.

Als Träger wurden Filterpapier und verschiedene Elektrolyten verwendet. Kontaktzeit, Potentialdifferenz und Elektrolyt (Art und Menge) wurden geändert. Die elektrographischen Muster wurden im gelösten Zustand mittels eines Specol Spektralkolorimeters abgelesen; die Genauigkeitsgrössenordnung war mit der von semiquantitativen und quantitativen Verfahren vergleichbar.

DK 669.162.12./-14:621.86/.87

Rohstoffmanipulation bei den Hochöfen des Eisenhüttenwerkes Galați

Iancu N., p. 190–192

Der Artikel legt eine allgemeine Beschreibung der Rohstoffwirtschaft in der Abteilung Hochöfen-Agglomerierung des Eisenhüttenwerkes Galați vor. Entwicklungsart der Materialienbedienung zwischen den verschiedenen Einheiten der Abteilung, von Ausladung bis zu den Verbrauchern, ist angezeigt.

Es werden ebenfalls die erhaltenen Betriebsergebnisse für Wagenausladung mittels Umkipper vorgelegt.

DC 622.341.1:622.7.539.4/.5

Stabilizing of physico-chemical characteristics in agglomeration equipment charge

Oprescu I., Dumitrașcu P., Vîrcolacu I. and *Guțu M.*, p. 161—166

A mathematical model and a burdening diagram, presented in detail by the paper, were developed in view to stabilize iron, fines and carbon contents and charge basicity.

The model was checked-up initially on an outfit of Iron and Steel Works — Galați, the paper presenting conclusions as regards its validity and efficiency.

In the end the question of charge permeability maximization is analysed, a matter which requires further studies in view to attain an optimum.

DC 622.7:539.4/.5

Influence of pre-reduction upon physico-chemical characteristics of agglomerate

Hătărăscu O. and *Țocu P.*, p. 167—171

The paper studies, on laboratory stage, the influence of reduction temperature, of reducing gas composition and quantity upon reducing rate of selfsmelting agglomerate. Further, change of mechanical and mineralogic characteristics of the agglomerate, for various reduction degrees, is investigated. A reduction outfit, of the ,,thermal balance''-type was used, working with hydrogen, carbon monoxide or gases resulting from methane conversion with carbon dioxide.

Data established during laboratory tests were checked on pilot stage by means of a reduction tank with 2.2 m^3 useful volume.

DC 669.018—154:532.612

Building of a device for determining surface tension and density of molten alloys

Dragomir I. and *Rusu E.*, p. 172—174

The paper describes a device for determining surface tension and density of molten alloys by means of the ,,maximal gas-bubble pressure''-method, device achieved in the laboratory for process theory of the Iron and Steel Department.

Operation manner and computation method for surface tension and density are presented and results of contol tests are shown.

DC 669.14—462:621.791

Contributions to computing and optimizing transmission of useful power in H.F.C. tube-welding

Știrbu Cornelia and *Ivanov Gr.*, p. 175—178

The paper analyses some aspects of H.F.C.-welding. Influence of factors as: distance between inductor and welding point and surface of gap between band edges upon high-frequency power transmitted to the tubes during welding is investigated.

An operative computing formula is proposed for the maximal power, in which the variable is the distance between inductor and contact point. By studying the extremes of the power-function, the value of the former distance and implicitly the formula for optimal power in the tube, which leads to the highest output of the H. F.-equipment as a whole, is determined.

DC 669.14.018.252.3.:539.374:6 21.882

Investigations regarding quality improvement of steels for bolts and nuts manufactured by plastic cold-deformation

Suciu I., p. 179—182

The paper presents results of investigations performed in Works I.S.C.T. in view to obtain high-grade steel. It was aimed especially at achieving a small-depth decarburized layer by providing adequate protection and rolling conditions.

DC 669, 131.7:536.21

Method, equipment and experimental investigations regarding heat-shock behaviour of nodular cast iron

Zubac V., p. 183—186

The paper presents a method and an equipment built for heat-shock testing of hypereutectic nodular cast iron with equivalent carbon between 4.5 and 4.83%.

Method and equipment allow to define cracking strength of alloys and especially of cast iron.

The device is composed of a mechanical and an electric part and fitted to a high-frequency alternator having $P = 5$ KVA and $f = 1.9$ MHz.

DC 669.3:543.432

Photocolorimetric determination of Cu in electrographic depositions of copper alloys

Armeanu V. and *Niculescu I.*, p. 187=189

The paper studies electrographic deposition of electrolitic copper, bronze, aluminium bronze, brass (Cu, Zn, Pb), D_1-alloys (3.8—4.8% Cu; 0.4—0.8% Mg; 0.4—0.8% Mg; 0.7% Fe, Si, Ni; 0.3% Zn) and Br.A.I.N.10-4-4L-alloys (3.5—5.5% Ni; 9.5—11% Al; 3.5—5.5% Sn, rest Cu).

Filter paper and various electrolytes were used as carriers. Investigations consisted in varying contact time, potential difference and electrolyte (type and quantity). Electrographic samples were read as solutions in a ,,Specol'' spectrocolorimeter. Accuracy attained was of the same order of magnitude than that of semi-quantitative and quantitative methods.

DC 669.162.12/.14:621.86/.87

Raw-material handling at the blast furnaces in Iron and Stee Plant-Galați

Iancu N., p. 190—192

The paper presents a general description of raw-material management at the blast-furnace and agglomeration department in Iron and Steel Plant—Galați, showing how handling of materials develops between the various units of the department, from unloading up to the users.

Operating results obtained in waggon dumping by means of tipplers are also shown.

DC 621.74:681.32

Control of foundryutput bymeans of a Friden 5610 computer at the Pump Plant in Bucharest

Rotaru C. and *Ciobanu A.*, p. 193—197

The integrated system of foundry data processing is based on the analyse of the information flow proper to the respective field and on the coding of the elements required for computer-solving of problems.

Thus was created the basis for a computing technique which allows to solve a wide range of questions and at the same time a means for operative analysis and decision-making.

The main operations of the system are presented briefly, such as: calculation of tests, of production preparation and starting, of consumptions and cost prieces, of profitability. For these operations a data bank composed of several files was set up; its contents and structure were adjusted to the proposed goal and to the available computing pattern. The systems provided for information storage in view of an operative retrieval are also presented.

CD 621.74:681.32

L'utilisation du calculateur Friden 5610 dans la conduite de la production de la fonderie de l'Usine de pompes — Bucarest

Rotaru C. et *Ciobanu A.*, p. 193—197

Le système intégré d'interpréter les données de la fonderie est basé sur l'analyse du flux informateur du domaine respectif, la codification des éléments nécessaires pour résoudre les problèmes sur le calculateur.

On met ainsi les bases d'une technique de calcul qui permet de solutionner une gamme vaste de problèmes et, en même temps, on crée une possibilité d'analyse et de décision opérative.

On présente sommairement les activités importantes du système et, notamment, le calcul des essais, des consommations, de la préparation et du lancement de la fabrication, le calcul des consommations et des prix de revient, les indices de réntabilité. Pour toutes ces opérations on crée une bande de données, composée de plusieurs fichiers qui contiennent aussi les teneurs et les structures afférentes au but proposé et à la configuration de calcul disponible. On présente aussi les systèmes prévus pour dépositer les informations, en vue de les retrouver opérativement.

CD 621.746

Aspects actuels de l'application du procédé Croning dans les fonderies (II)

Dragoş Z. et *Sofronie M.*, p. 198—203

On continue la présentation de la technologie dans le procédé Croning avec ses particularités, les installations destinées à l'exécution des noyaux ainsi que les firmes qui produisent des installations pour le procédé Croning, en mentionnant les caractéristiques de chacune des installations (degré élevé d'automation, des productivités élevées et différenciées en fonction des caractéristiques des noyaux, robustesse etc.).

On présente, de même, quelques posibilités d'adaptation des machines à souffler les noyaux classiques pour le procédé Croning.

CD 669.018:669.891

La détermination quantitative du barium dans les modificateurs et dans les pré-alliages

Ghiță Aurora et *Voicu Letiția*, p. 204—206

On présente une nouvelle méthode d'analyse gravimétrique du barium dans les modificateurs et dans les pré-alliages.

L'avantage de cette méthode consiste dans le fait que les autres éléments components d'un pré-alliage peuvent être dosés à partir de la solution qui reste après le dosage du barium et qu'il n'est plus nécessaire de faire une désagrégation séparée, ce qui a comme résultat de réduire considérablement la durée de l'analyse.

La méthode est accessible, du point de vue de l'appareillage et des réactifs utilisés, à n'importe quel laboratoire de chimie.

ДК 621.74 : 681.32

Применение ЭВМ „ФРИДЕН 5610" для управления производством литейного цеха насосного завода в Бухаресте

Ротару К. и *Чобану А.*, p. 193–197

Интегрированная система обработки данных в литейном цехе основана на анализе информационного потока в соответствующей области, кодировании элементов необходимых для решения задач при помощи ЭВМ.

Таким образом создаются основы вычислительной техники разрешающей широкий диапазон задач, и в то же время создается возможность анализа и оперативного решения.

Приводятся кратко основные действия системы, а именно: расчет испытаний, расходов, подготовки и ввод в производство, расчет расходов и себестоимостей, показателей рентабельности. Для этих операций создается лента данных, состоящих из нескольких картотек, с содержаниями и структурами соответствующими поставленной цели и свободной вычислительной конфигурации. Показаны также системы для складирования информаций с целью их оперативного нахождения.

ДК 621.746

Современные аспекты применения процесса Кронинг в литейных цехах (II)

Драгош З. и *Софроние М.*, p. 198–203

В продолжение приводится технология процесса Кронинг со своими особенностями, установками для выполнения стержней и указываются фирмы производящие установки для способа Кронинг с их характеристиками (высокий уровень автоматизации, повышенные производительности дифференцированные в зависимости от характеристик стержней, прочность, и т.д.).

Указываются также некоторые возможности адаптирования классических импульсно-ударных машин к способу Кронинг.

ДК 669.018:669.891

Количественное определение бария в модификаторах и лигатурах

Гицэ Аурора и *Вошку Летиция*, p. 204–206

В статье описывается новый метод гравиметрического анализа бария в модификаторах и лигатурах.

Преимущество метода состоит в том что остальные элементы составляющие лигатуру могут быть дозированы из раствора остающегося после определения бария и отпадает необходимость отдельной навески, что приводит к значительному сокращению времени анализа.

Метод доступен в отношении апаратуры и используемых реактивов для либой химической лаборатории.

DK 621.74:681.32

Anwendung des FRIEDEN 5610 Computers für Leitung der Giessereiproduktion im Pumpenwerk — Bukarest

Rotaru C. und *Ciobanu A.*, p. 193—197

Das integrierte System der Datenverarbeitung in der Giesserei hat als Grundlage eine Analyse des Informationsflusses des entsprechenden Gebietes und die Kodifizierung der erforderlichen Elemente für Computerlösung der vorhandenen Fragen.

Auf dieser Weise werden die Grundlagen einer Rechnungstechnik für die Lösung einer weiten Problemenreihe geschaffen, gleichzeitig mit Gewährleistung der Möglichkeiten für operative Analyse und Entscheidungsnahme.

Es werden kurzgefasst die wichtigsten Tätigkeiten des Systems beschrieben, und nämlich : Berechnung der Prüfungen, der Produktionsvorbereitung und Inbetriebnahme, Berechnung des Verbrauches und der Kostpreise, der Rentabilitätwerte. Für diese Operationen wurde eine Datenbank mit mehreren Karteien geschaffen, mit zweckmässigem Inhalt und Struktur, der verfügbaren Rechnungskonfiguration angepasst. Es werden ebenfalls die vorgesehenen Systeme für Datenspeicherung zwecks einer operativen Wiederfindung vorgelegt.

DK 621.746

Gegenwärtige Aspekte der Anwendung des Croning-Verfahrens in Giessereien (II)

Dragoș Z. und *Sofronie M.*, p. 198—203

Der zweite Teil des Artikels legt die Technologie des Croning-Verfahrens mit seinen Einzelheiten vor, die Anlagen für Kernfertigung und die Herstellerfirmen von Anlagen für das Croning-Verfahren mit ihren Eigenheiten (hoher Automatisierungsgrad, hohe Leistungen nach Kernkennziffern, Robustheit u.s.w. differenziert).

Es werden gleichfalls einige Anpassungsmöglichkeiten der klassischen Schiessmaschinen für das Croning-Verfahren vorgelegt.

DK 669.018:669.891

Quantitative Bestimmung von Barium in Modifikatoren und Vorlegierungen

Ghiță Aurora, p. 204—206

Der Artikel legt eine neue gravimetrische Analysenmethode für Barium in Modifikatoren und Vorlegierungen dar.

Der Vorteil der Methode besteht indem, dass die anderen Bestandteile einer Vorlegierung aus der für Bariumbestimmung benützten Lösung dosiert werden können und ein zusätzlicher Aufschluss nicht mehr erforderlich ist, was zu einer bedeutenden Verkürzung der Analysenzeit führt.

Die Methode ist zugänglich, was Apparatur und Reagens betrifft, jedem Chemielaboratorium.

DC 621.746

Actual aspects of using the Croning proceeding in foundries (II)

Dragoș Z. and *Sofronie M.*, p. 198—203

The paper presents in its second part the technology of the Croning proceeding with its characteristic features, its equipment for core manufacturing and the companies producing equipment for this proceeding with their peculiarities (high automation degree, high outputs differentiated according to core characteristics, robustness etc.).

Some means for adapting standard shooting-machines to the Croning proceeding are also presented.

DC 669.018:669.891

Determination of barium in modifiers and pre-alloys

Ghiță Aurora, p. 204—206

The paper presents a new method for gravimetric analysis of barium in modifiers and pre-alloys.

The advantage of the method lies in the fact that the other components of a pre-alloy may be dosed out of the solution which remains after barium dosage. Additional break-up being thus unnecessary, an important shortening of analysis time is obtained.

The method is accessible, as regards required equipment and reagents, to any chemical laboratory.

CRONICĂ

În zilele de 16—20 aprilie 1973 vor avea loc la București "Zilele economiei R.S. Cehoslovace", în timpul cărora specialiștii din economie, tehnică și cercetare vor ține o serie de conferințe în scopul stabilirii unei colaborări mai strînse și pentru dezvoltarea relațiilor comerciale cu un număr important de țări.

În mod reciproc este programată și organizarea unei manifestări, la fel de importantă, în a doua jumătate a anului curent, în R.S. Cehoslovacă, cu tema „R.S.R. — Zilele economiei naționale.

Zilele economiei, organizate pentru prima oară în străinătate acum cinci ani, au devenit o parte integrantă din activitatea orientată spre lărgirea relațiilor externe ale R.S. Cehoslovacă. Scopul lor este de a veni cu informații din domeniul cunoștințelor teoretice și practice ale industriei și comerțului, fiind un prilej de întîlnire a specialiștilor.

Tot în luna aprilie se deschide la Brno (R.S. Cehoslovacă) "Tîrgul internațional de bunuri de consum".

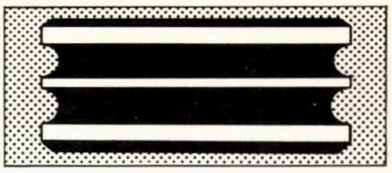
Numărul de expozanți se ridică la 1 000 de firme și organizații, reprezentînd aproape 40 de țări din patru continente.

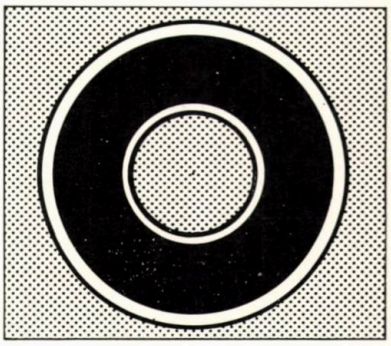
Expoziția ocupă o suprafață acoperită de 73 000 m², reprezentînd douăzeci de pavilioane, și 76 000 m² suprafață în aer liber.

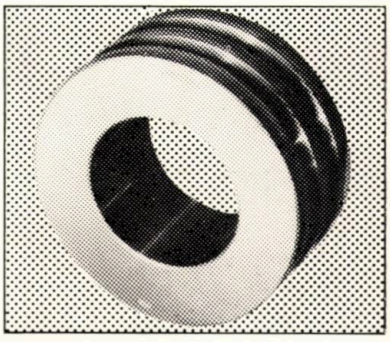
Ing. *Comșa Georgeta*

METALE DURE "UGICARB"®
asigură creşterea productivităţii.

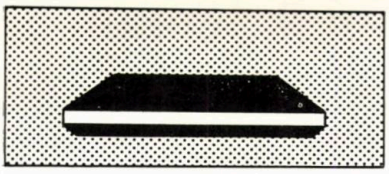
UGINE CARBONE a elaborat procedee speciale utilizabile în siderurgie pentru LAMINAREA LA CALD A SÎRMEI.

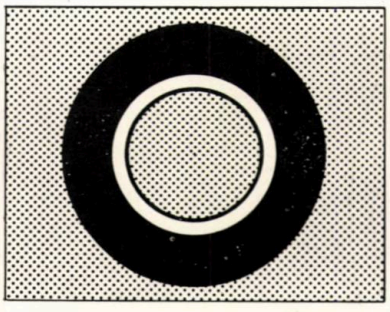


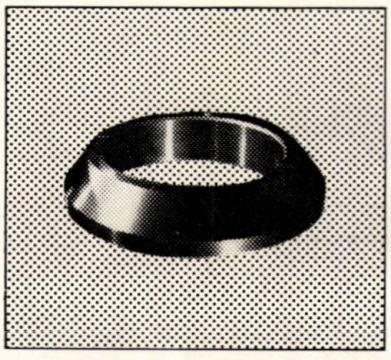




ROLE DE LAMINARE.
Galet de laminage.



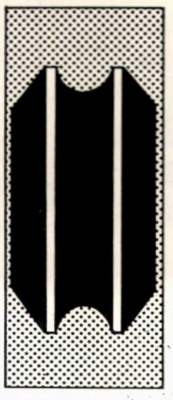


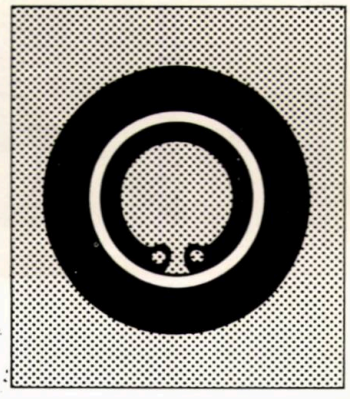


ROLE DE TORSIUNE.
Galet de torsion.

L'accroissement de la productivité passe par le CARBURE de TUNGSTENE "UGICARB"®

UGINE CARBONE a mis au point des nuances spécialement adaptées à l'utilisation dans la sidérurgie pour le LAMINAGE A CHAUD DU FIL.





ROLE DE GHIDAJ.
Galet de guidage.

Specialiştii noştri vă stau dispoziţie pentru informaţii.

UGINE CARBONE
SIEGE SOCIAL ET DIRECTION
Groupe Péchiney Ugine-Kuhlmann. FRANCE
61 AV. RHIN et DANUBE. 38100. GRENOBLE

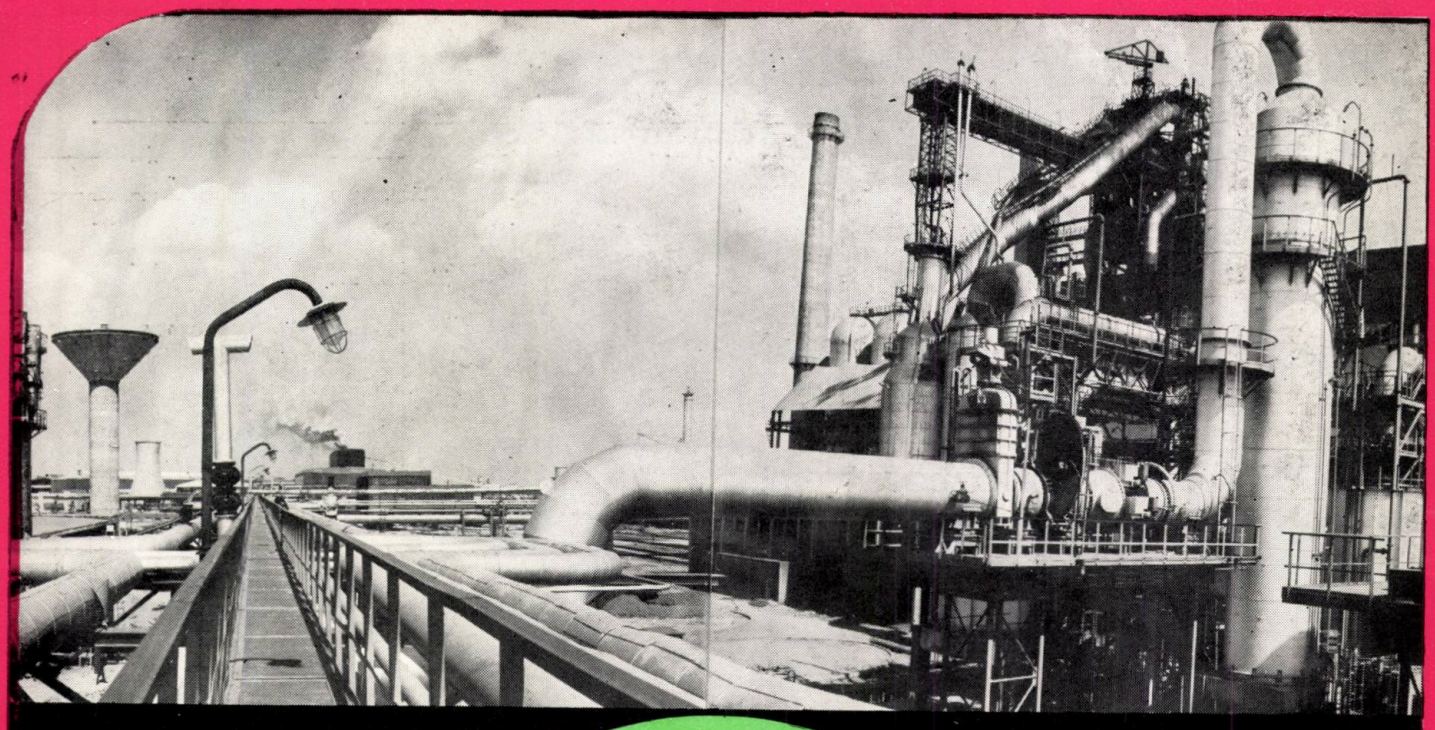


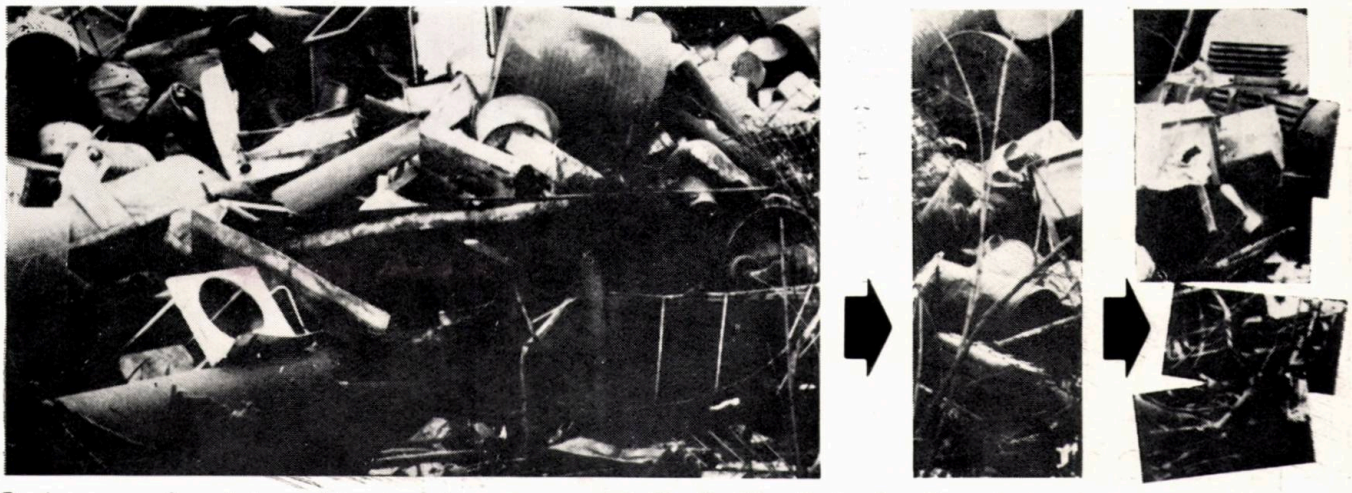
TABLE GROASE: ● de (6—150 mm) × (1500—3000 mm) × × max. 15000 mm ● din oţeluri calmate, semicalmate, necalmate şi slab aliate ● utilizate în construcţii mecanice, construcţii metalice, construcţii navale, construcţii de cazane etc. TABLE ÎN FOI laminate la cald: ● de (1,8—7 mm) × × (700—1500 mm) × (2000—10000 mm). BANDĂ ÎN RULOURI laminată la cald: ● de (1,5—12 mm) × (700—1550 mm) şi greutate max. 24 t ● utilizată la fabricarea ţevilor sudate, profilelor îndoite sau pentru relaminare la rece. TABLE ŞI BENZI laminate la rece: ● de (0,3— —3 mm) × max. 1500 mm ● utilizate pentru caroserii, construcţii metalice, ţevi sudate, profile îndoite. SULFAT FEROS HEPTAHIDRATAT — STAS 2189—68, calitatea I şi II, puritate 98—99%

COMBINATUL SIDERURGIC

„Gheorghe Gheorghiu-Dej"

GALAŢI

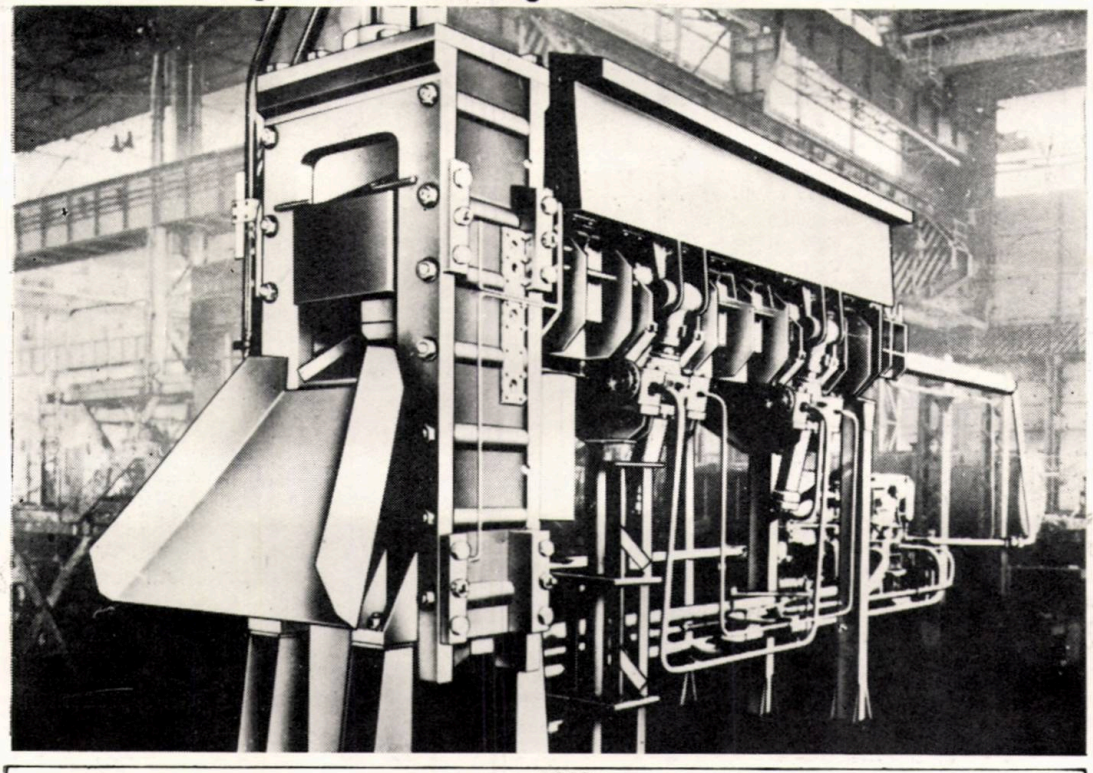
Telegraf: Combin Galaţi. Telefon: 18300, Telex: 015253; 0152



Prelucrarea fierului vechi ancombrant poate să fie facilitată de foarfeca hidraulică pentru deșeuri CNS 800—C cu forță de tăiere de 800 mii daN

Strojimport

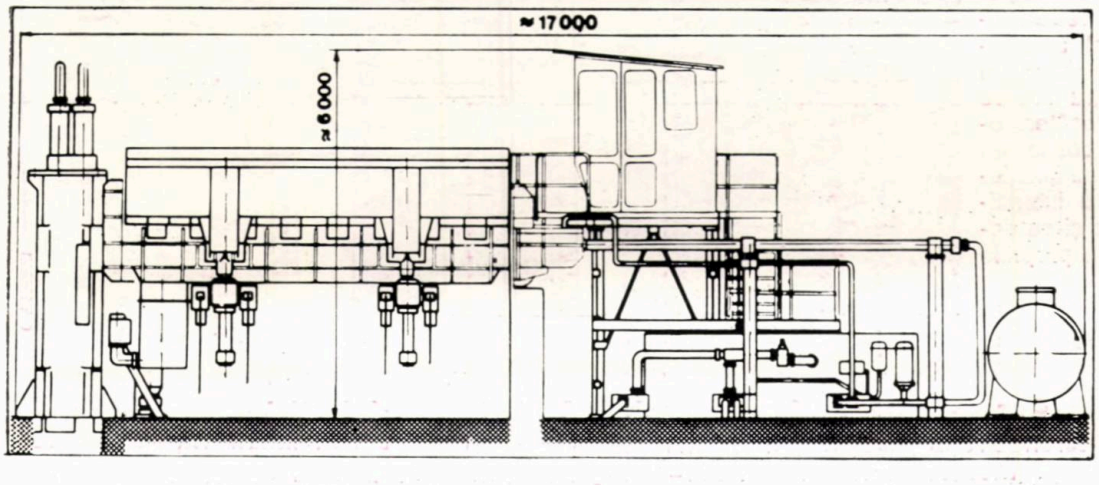
Vinohradská 184, Praga 3, R.S. Cehoslovacă ● Telex: 012 141—5



Mașina este destinată în special pentru tăierea fierului vechi ancombrant

Foarfeca poate tăia un larg sortiment de deșeuri metalice, cum ar fi profilele laminate de dimensiuni mari cu secțiuni rotunde pînă la 150 mm diametru, care pînă acum trebuiau tăiate oxiacetilenic în depozitele de fier vechi. In secțiile metalurgice aceste mașini înlătură lucrările manuale de productivitate redusă.

Foarfeca CNS 800-C este produsă de uzinele Žďárské Strojirny a slévárny Žďár nad Sázavou.



CNS 800-C

PUBLICOM

KÖNYVTÁR

+GF+ Amestecător de nisip, seria SKM

MAI MULT DECÎT A AMESTECA !

(sau: know-how-ul obligă)

Know-how-ul nostru pentru prepararea amestecurilor de formare este foarte cuprinzător. Construim de mai bine de 40 de ani amestecătoare. In dezvoltatele noastre turnătorii de oţel, fontă, fontă cu grafit nodular, fontă maleabilă şi aliaje uşoare funcţionează, în condiţii grele de exploatare continuă, amestecătoarele fabricate de **+GF+**.

De asemenea, la mulţi dintre clienţii noştri, peste tot aceste amestecătoare îşi confirmă calităţile. Aceasta pentru că în fiecare amestecător **+GF+** este inclus know-how-ul nostru, know-how-ul unui important concern industrial. In detaliu aceasta înseamna că:

+GF+ vă oferă un cuprinzător program de fabricaţie

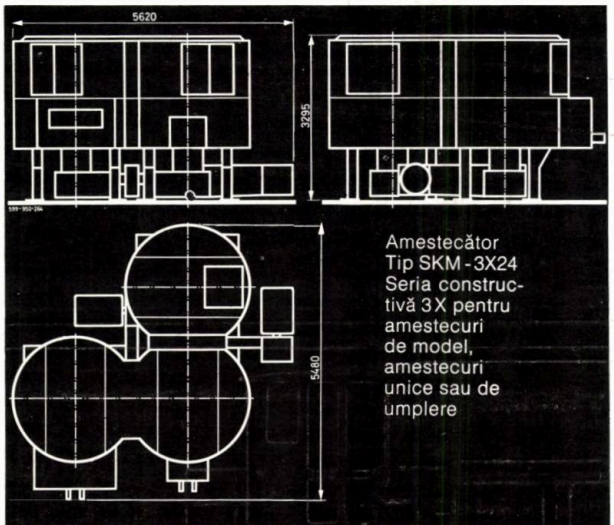
Pentru prepararea amestecurilor de model, amestecurilor unice sau de umplere **+GF+** oferă, pentru fiecare cerinţă, un amestecător corespunzător, cu debite de 1 pînă la 300 t/h, cu funcţionare continuă sau intermitentă, maşini care şi-au dovedit fiabilitatea în propriile noastre uzîne.

+GF+ oferă un «Service» inclus construcţiei.

Asistenţa noastră tehnică efectuată prin specialişti asigură o alegere corectă a utilajelor, acordată optimal necesităţilor dumneavoastră. Asistenţa tehnică multilaterală **+GF+** se face observată chiar după trecerea unui timp mai îndelungat.

Know-how-ul şi Service-ul constituie promisiunile noastre. Îndeplinirea acestor promisiuni constituie datoria specialiştilor noştri. Ei sînt partenerii dumneavoastră.

Telefonaţi-ne sau cereţi-ne documentaţii amănunţite, direct sau prin reprezentanţele noastre.



Amestecător Tip SKM-3X24 Seria constructivă 3X pentru amestecuri de model, amestecuri unice sau de umplere

Cuprinzătorul nostru program de fabricaţie pentru amestecătoare oferă 23 tipuri de maşini în 4 diferite mari serii construetive.

GA 1002/21

Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen (Elveţia)

Adresa: CH-8201 Schaffhausen, Telefon: (053) 811 11, Adresa telegrafică: Geofischer, Telex: 76224 gfsh ch

Birou de vînzare: INTER-SOFEX S.A. – Lessingstrasse 3, CH-8002 Zürich/Elveţia

Cuptoarele cu inducție cu creuzet de înaltă frecvență pentru topirea diverselor oțeluri de calitate superioară

Tip	IST–0,06	IST–0,16	IST–0,4	IST–1	IST–2,5.
Capacitate	60	160	400	1000	2500

ENERGOMACHEXPORT asigură conducerea montajului, reglajul și punerea în funcțiune a instalațiilor, precum și formarea personalului tehnic al clientului.

Pentru orice informații adresați-vă la:

V/O „ENERGOMACHEXPORT"
Str. Mosfilmovskaja nr. 35
Moscova V–330, U.R.S.S.
Telex 7565

ENERGOMACHEXPORT

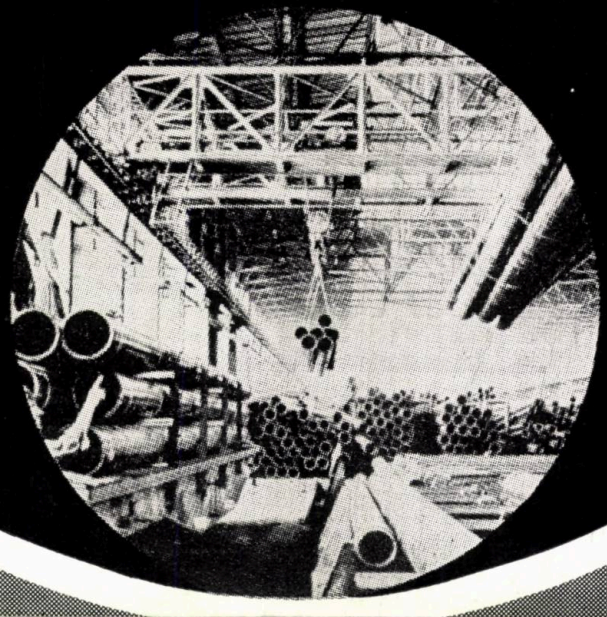
SSSR
MOSKVA

PUBLICOM

UZINA DE ȚEVI ROMAN

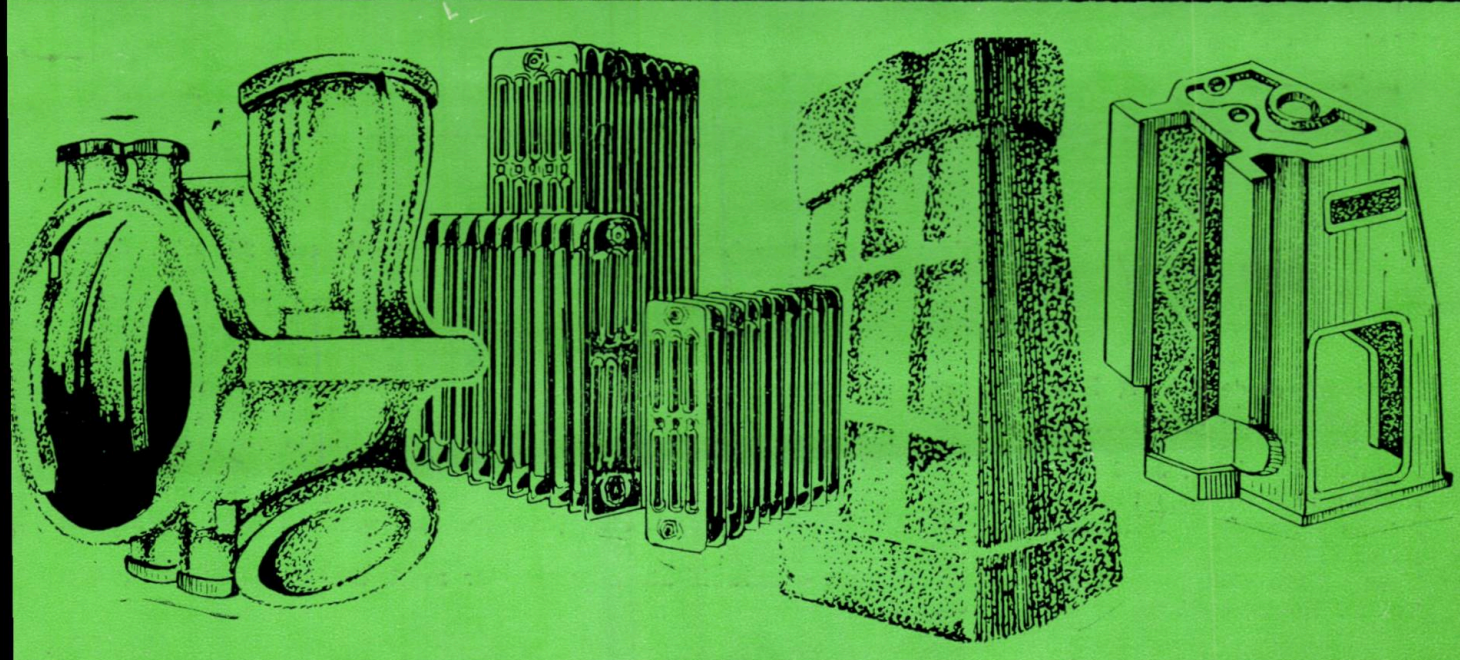
Vă oferă :

- conducte pentru industria petrolieră, țevi pentru conducte de uz general etc., cu diametrul de 89 – 377 mm, conform STAS, API, GOST și DIN
- burlane de foraj, cu diametrul de 4 1/2 – 13 3/8 inci, conform STAS, API și GOST
- prăjini grele de foraj, cu diametrul de 4 1/8 – 8 inci, conform STAS și API
- prăjini pătrate laminate de 4 1/4 – 6 inci conform STAS
- țevi de construcții, cu diametrul de 89 — 168 mm
- țevi diverse: pentru turboboruri, cămăși de pompe, tampoane, racorduri speciale



Uzina
VICTORIA
Călan

- Fontă cenuşie STAS 882—65
- Piese de schimb pentru siderurgie
- Piese pentru maşini-unelte
- Radiatoare din fontă
- Cilindri din fontă pentru laminoare
- Lingotiere
- Maselotiere
- Ptinli de turnare
- Poduri de turnare
- Semicocs
- Cocs fluidizare
- Cocs brichete din cocs petrol



ÎNTREPRINDEREA MAGHIARĂ DE COMERȚ EXTERIOR PENTRU INDUSTRIA GREA

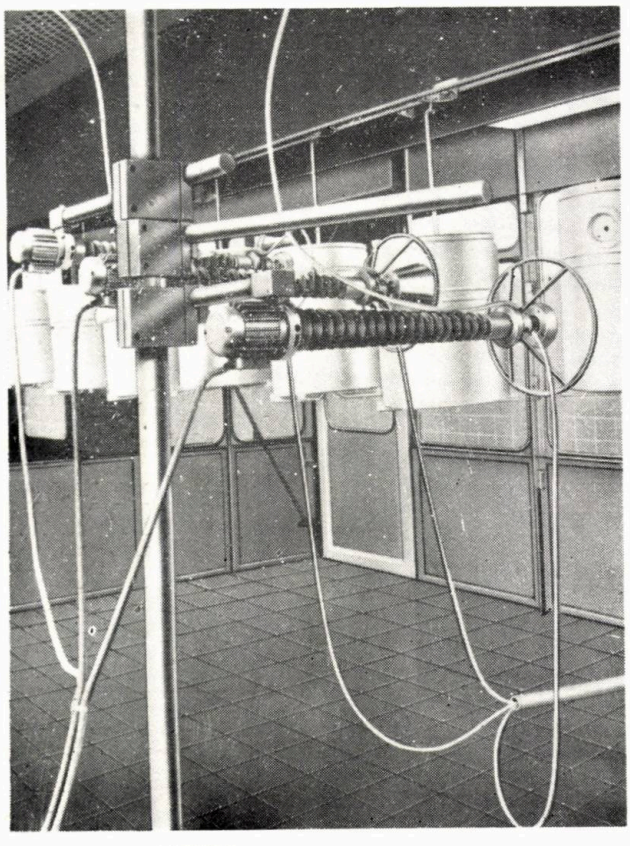
NIKEX

prezintă la București (Sala mare a Palatului R.S.R.-sala Stirbei Vodă) între 9 și 13 aprilie a.c.
EXPONATE DIN DOMENIUL VOPSIRII ELECTROFORETICE ȘI ELECTROSTATICE

- linie continuă de vopsire (machetă)
- instalație electroforetică de laborator
- aparate de măsură și control (control spray, Ro-metru, integrator Coulomb)

Instalațiile care funcționează în prezent în străinătate, precum și comenzile de mare volum aflate acum în curs de realizare, servesc ca referințe pentru calitatea și precizia produselor firmei NIKEX.

În zilele de 10 și 12 aprilie, orele 10 dimineața, specialiștii firmei NIKEX susțin o conferință tehnică, însoțită de proiecții de filme, cu tema: „Linii și instalații de vopsire pentru protecția modernă a suprafețelor".



BUDAPEST

Întreprindere de Comerț Exterior pentru Industria Grea
Budapesta V
Piața Jozsef Nador 5—6
Budapesta 5—Căsuța poștală 128
Adresa telegrafică: NIKEXPORT-NIKIMPORT
Telefon: 185—960; 183—880
Telex: H—22 4971

Economia țărilor lumii suportă anual pierderi de cca. 25 mld. dolari ca urmare a coroziunii și ruginei.

Pentru a ne putea apăra împotriva acestor enorme pierderi, apelăm la multiplele și modernele sisteme și metode de protejare a suprafețelor.

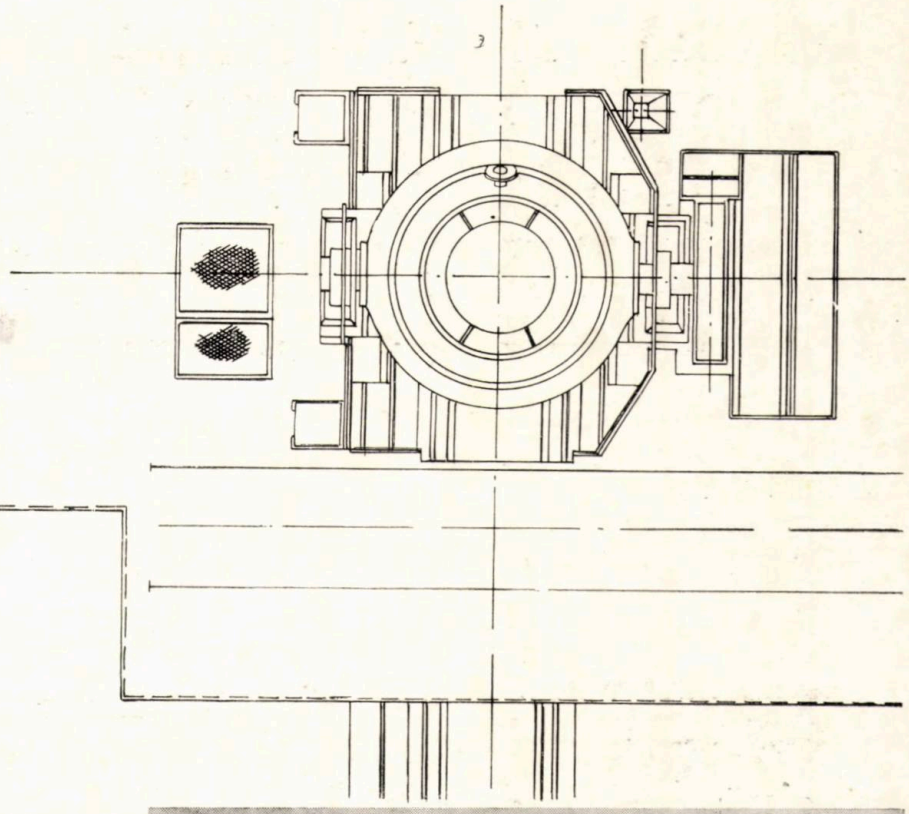
În oferta de produse a întreprinderii NIKEX există instalații de vopsire care răspund exigențelor sporite ale uzinelor mari și mici, începînd cu dispozitivele manuale de vopsit pînă la liniile complete, automatizate, funcționînd pe principii electroforetice, utilizate în producția de mare serie.

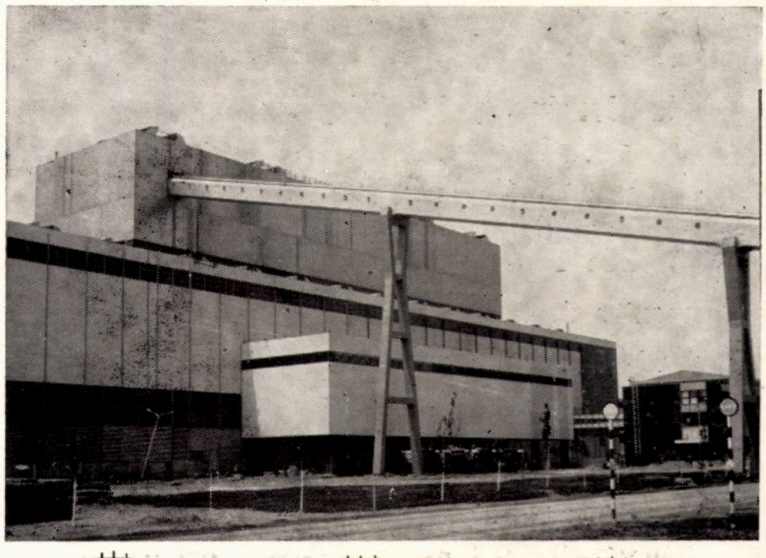
Suprafețele metalice și feroase tratate cu ajutorul instalațiilor produse de NIKEX rezistă perfect condițiilor climaterice dintre cele mai extreme și mai nefavorabile.

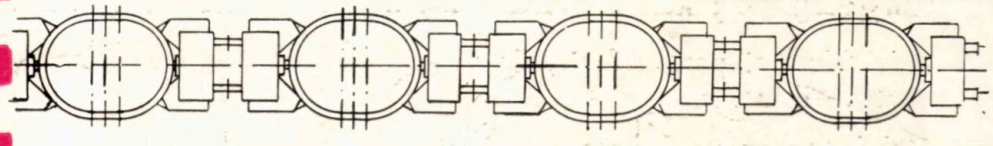
Ele asigură o durabilitate a produselor mult mai mare decît durata clasică.

PUBLICOM

IPROMET







INSTITUTUL DE PROIECTARE TEHNOLOGICĂ DE UZINE ŞI INSTALAŢII METALURGICE

Bucureşti 45, str. 13 Decembrie 20, tel. 13.37.58

PROVIDES DESIGNING FOR

INTEGRATED IRON AND STEEL WORKS ● IRON ORES SINTERING PLANTS ● COKE-OVEN PLANTS ● BLAST-FURNACES ● STEEL MILLS ● REFRACTORIES PLANTS ● FOUNDRIES FOR HEAVY CASTINGS ● ENERGY SERVICES IN IRON AND STEEL WORKS (BLOWERS, COMPRESSED AIR AND OXYGEN STATIONS, ELECTRICAL AND HYDROTECHNICAL SYSTEMS, A.S.O.) ● IRON AND STEEL WORKS EQUIPMENT

DESIGNING WORK - ENGINEERING - TECHNICAL ASSISTANCE

COMBINATUL SIDERURGIC HUNEDOARA

Str. Dr. Petru Groza nr. 8 Hunedoara
Telex: 032411; Telefon: 1075–1077–1450–2533–2934

1973 AUG 16

vă oferă:

profile laminate din oţeluri carbon calmate, semicalmate şi necalmate, din oţeluri carbon de calitate, aliate şi slab aliate:

- rotunde cu diametrul de 10–180 mm
- cornier de 20×20–150×150 mm
- I 18–I 24
- U 6,5–U 24
- late de 20×5–200×20 mm
- benzi laminate la cald de 200×2–500×5 mm
- ţagle, blumuri pentru forje, de 70×70–400×400 mm
- oţel beton cu profil periodic laminat la cald, oţel beton neted laminat la cald, sîrmă laminată la cald
- profile speciale pentru armături de mină, pentru talpa şenilei de tractor etc.

E 3280

REFERATIVA

METALURGIA

5

METALURGIA • BUCUREŞTI • ANUL XXV • NR. 5 • MAI 1973

Combinatul siderurgic

„Gheorghe Gheorghiu-Dej"

GALAȚI

Telegraf: Combin Galați
Telefon: 18 300
Telex: 015253; 015257

TABLE GROASE: ● de (6—150 mm) × (1500—3000 mm) × max. 15000 mm ● din oțeluri calmate, semicalmate, necalmate și slab aliate ● utilizate în construcții mecanice, construcții met[illegible] construcții navale, co[illegible] cazane etc.

T[illegible] laminate la [illegible]m) × (700— [illegible]00 mm).

[illegible]na-

[illegible]

[illegible]

[illegible]tru

[illegible]lice,

[illegible]

[illegible]TAHI-

[illegible]8, ea-

[illegible]99%

E 3280
E774
Mil-C 4150
I.15350/74.
Harbus Martin-Salinas
25 t-da lemoztuskó-kokolla
élettartamának növelésére
Motalargia, 1973.25.k.5.ms.
P.273-276
VASKUR
RO/E

METALURGIA

Anul 25 · Nr. 5 · Mai 1973

CUPRINS

STUDII ŞI CERCETĂRI

Ţocu P. : **Cercetări privind intensificarea utilizării gazului metan la aglomerarea minereurilor de fier, în vederea îmbunătăţirii calităţii aglomeratului şi scăderii consumului specific de cocs** 233

Manolescu A. şi *Barbu I.* : **Determinarea unor corelaţii între diferite metode de încercare mecanică a cocsului.** 239

Avram Gh. şi *Popescu M.* : **Fabricarea ţevilor din oţel fără sudură rezistente la temperaturi joase** 242

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Iatan N. şi *Mitroi C.* : **Contribuţii privind calculul grosimii crustei cilindrilor extraduri turnaţi prin procedeul duplex.** 245

Marghescu M. şi *Popa T.* : **Studiu asupra amestecurilor de formare pe bază de nisip Făget, folosite la turnarea pieselor din fontă pentru strunguri** . . . 248

Gruder Galia şi *Slăvoacă R.* : **Procedeu şi utilaje pentru elaborarea magneziului din materii prime indigene (dolomite)** 252

Segărceanu T., Balaieş Elena şi *Cocoşco Elisabeta* : **Unele aspecte teoretice şi practice ale clorurării concentratelor zirconifere.** 257

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Ţibea V. şi *Ioaniţescu Al.* : **Studii şi experimentări privind valorificarea plumbului şi zincului la topirea în suspensie a concentratelor cuproase.** 261

ACTUALITĂŢI

Iancu N. şi *Pricop C.* : **Pregătirea minereurilor de fier în cadrul sectorului furnale de la C.S. Galaţi** . . . 265

Munteanu Al. şi *Ciobanu I.* : **Probleme actuale legate de utilizarea uleiurilor la călire.** 268

Harbuz L., Martin I. şi *Bellman R.* : **Studiu asupra durabilităţii lingotierelor de 25 t — format tablă — fabricate în turnătoria de lingotiere C.S. Galaţi** 273

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Dragomir I. : **Rolul factorilor hidrodinamici în obţinerea oţelurilor de înaltă calitate.** 277

Lederer A. : **Proiectarea ajustajelor de tablă groasă.** 280

INVENŢII 272, 286
CRONICĂ 287
INFORMAŢII 288

COMITETUL DE REDACȚIE

A. ANTONESCU, C. AVRAM, ȘT. CARDALEF, V. CHIRIȚĂ, D. COSMA, VL. DAVID, A. DIJMĂRESCU, CTIN. DRAGOMIR, I. DRĂGAN, TR. DUMITRESCU, SUZANA GÂDEA, V. GROSU, VL. HOLBAN, A. IEREMIA, B. KONCZ, P. MARCU, I. MOLDOVAN, N. MURGULEȚ, FL. OPREA, IG. PAVONI, T. SEGĂRCEANU, L. SOFRONI, CL. ȘTEFĂNESCU, I. TRIPȘA, V. VULCU

Redactor responsabil: L. SOFRONI

Șef rubrică: GEORGETA COMȘA

Tehnoredactor: LYDYA POPESCU

Revista METALURGIA, organ al Ministerului Industriei Metalurgice și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România — Redacția și administrația, București, str. Academiei 7, Sector 1. Telefon: 13.02.28 și 15.81.50/209. Revista este editată de C.D.P.T.—M.I.M. Abonamentele se primesc la administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete tehnice în contul nostru de virament: 30.05.01.00 B.N. a Republicii Socialiste România — Sector 1. M.I.M. — Centrul de documentare și publicații tehnice — București. Tarif pentru întreprinderi: lei 150 anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni, ingineri: lei 48 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul — Întreprinderea Poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, Buc.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.T. nr. 560/426/1969

I.P.I. c. 2659

42 406

SOMMAIRE

CD 669.162 : 12.622.782 : 658.562

Ţocu P. : **Recherches concernant l'intensification de l'utilisation du gaz méthane pour l'agglomération des minérais de fer, en vue de l'amélioration de la qualité de l'agglomérat et de la réduction de la consommation spécifique de coke.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 233–238

CD 662.749.2 : 620.17

Manolescu A. et *Barbu I.* : **La détermination de certaines corrélations entre les différentes méthodes d'essai mécanique du coke.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 239–241

CD 669.14–462 : 621.774

Avram Gh. et *Popescu M.* : **La fabrication des tubes en acier sans soudure, résistants à de basses températures.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 242–244

CD 621.771.07

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Iatan N. et *Mitroi C.* : **Contributions concernant le calcul de l'épaisseur de la croûte des cylindres extra-durs moulés selon le procédé duplex.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 245–247

CD 621.742.42 : 669.131.6–14

Marghescu M. et *Popa T.* : **Études sur les sables de moulage à base de sable Făget, utilisés lors du moulage des pièces en fonte, pour les tours.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 248–251

CD 669.721

Gruder Galia et *Slăvoacă R.* : **Procédé et outillages pour l'élaboration du magnésium à partir des matières premières indigènes (dolomite).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 252–256

CD 622.349.43 : 542.944.1

Segărceanu T., Balaieş Elena et *Cocoşco Elisabeta* : **Quelques aspects théoriques et pratiques du chlorurage des concentrés zirconifères.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 257–260

CD 622.343 : 621.745

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Ţibea V. et *Ioaniţescu Al.* : **Études et expérimentations concernant la valorification du plomb et du zinc lors de la fonte en suspension des concentrés cuivreux.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 261–264

CD 669.162.12 : 622.782

Iancu N. et *Pricop C.* : **La préparation des minérais de fer dans le cadre du secteur fournaux du C.S. Galatzi.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 265–267

CD 621.785.6.065.2

Munteanu Al. et *Ciobanu I.* : **Problèmes actuels se rapportant à l'utilisation des huiles de trempage.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 268–272

CD 621.746.073 : 620.169.1

Harbuz L., Martin I. et *Bellman R.* : **Étude sur la durabilité des lingotières de 25 tonnes — format tôle — fabriquées dans la fonderie de lingotières C.S. Galatzi.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 273–276

CD 669.14.018.2

Dragomir I. : **Le rôle des facteurs hydrodynamiques dans l'obtention des aciers de bonne qualité.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 277–279

CD 621.753.2 : 669.14–415 : 6.001.13

Lederer A. : **L'élaboration des projets pour les ajustages en tôle épaisse.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 280–286

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 669.162.12 : 622.782 : 658.562

Цоку П.: **Исследования, касающиеся интенсификации применения газа метана при спекании железных руд, с целью повышения качества агломерата и снижения удельного расхода кокса.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 233–238

ДК 662.749.2 : 620.17

Манолеску А. и *Барбу И.:* **Определение корреляции между различными методами механического испытания кокса.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 239–241

ДК 669.14–462 : 621.774

Аврам Г. и *Попеску М.:* **Производство бесшовных труб, устойчивых при низких температурах.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 242–244

ДК 621.771.07

Кирулеску В., Помаку Н., Рэдулеску К., Ятан Н. и *Митрой К.:* **Контрибуции к расчету тольщины корки сверхтвердых прокатных валков, отливаемых способом Дуплекс.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 245–247

ДК 621.742.42 : 669.131.6–14

Маргеску М. и *Попа Т.:* **Исследование формовочных смесей на основе песка Фэджет, используемых при отливке чугунных деталей для токарных станков.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 248–251

ДК 669.721

Грудер Г. и *Славоака Р.:* **Способы и оборудование для получения магния из отечественного сырья (доломита).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 252–256

ДК 622.349.43 : 542.944.1

Сегэрчану Т., Баланеш Елена и *Кокошко Елисабета:* **Некоторые теоретические и практические аспекты хлорирования цирконневых концентратов.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 257–260

ДК 622.343 : 621.745

Джеорджеску К., Триандаф Ангела, Олару Ф., Ценбела В. и *Иоаницеску А.:* **Исследования и испытания, касающиеся использования свинца и цинка при плавке в суспензии медных концентратов.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 261–264

ДК 669.162.12 : 622.782

Янку Н. и *Прикоп К.:* **Подготовка железных руд в доменном участке М. К. Галац.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 265–267

ДК 621.785.6.065.2

Мунтяну Ал. и *Чобану И.:* **Актуальные проблемы, касающиеся применения заклалочных масел.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 268–272

ДК 621.746.073 : 620.169.1

Гарбуз Л., Мартин И. и *Белман Р.:* **Исследование износоустойчивости изложниц емкостью 25-Т-листового типа-, изготовляемых в отделении для отливки изложниц М. К. Галац.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 273–276

ДК 669.14.018.2

Драгомир И.: **Роль гидродинамических факторов при получении высокачественных сталей.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 277–279

ДК 621.753.2 : 669.14–415 : 6.001.13

Ледерер А.: **Проектирование толстолистовых посадок.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 280–286

INHALT

DK 669.162.12 : 622.782.658.562

Țocu P. : **Erforschungen betreffs Steigerung des Verbrauches von Methangas in der Agglomeration der Eisenerze zwecks Verbesserung der Agglomeratsqualität und Verminderung des Koksverbrauhes.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 233–238

DK 662.749.2 : 620.17

Manolescu A. und *Barbu I.* : **Bestimmung von Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Methoden für mechanische Prüfung des Kokses.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 239–241

DK 669.14–462 : 621.774

Avram Gh. und *Popescu M.* : **Herstellung von kältebeständigen nahtlosen Stahlröhren.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 242–244

DK 621.771.07

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Iatan N. und *Mitroi C.* : **Beiträge zu der Berechnung der Hautstärke bei Hartgusswalzen, durch das Duplex-Verfahren erzeugt.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 245–247

DK 621 742 : 669.131.6–14

Marghescu M. und *Popa T.* : **Studium über die für Giessen von Drehbankteilen benutzten Formmischungen mit Făget-Sand.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 248–251

DK 669.721

Gruder Galia und *Slăvoacă R.*: **Verfahren und Ausrüstung für Erzeugung von Magnesium aus inländischem Rohstoff (Dolomit).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 252–256

DK 622.349.43 : 542.944.1

Segărceanu T., Balaieș Elena und *Cocoșco Elisabeta* : **Einige theoretische und praktische Aspekte der Zirkonkonzentratchlorierung.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 257–260

DK 622.343 : 621.745

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Țibea V. und *Ioanițescu Al.* : **Studien und Untersuchungen betreffs Blei- und Zinkverwertung bei Schwebeschmelzen der Kupferkonzentrate.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 261–264

DK 669.162.12 : 622.782

Iancu N. und *Pricop C.* : **Vorbereitung der Eisenerze im Rahmen der Hochofenabteilung des Einsenhüttenwerkes Galați.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 265–267

DK 621.785.6.065.2

Munteanu Al. und *Ciobanu I.* : **Gegenwärtige Fragen der Verwendung von Härteölen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 268–272

DK 621.746.073 : 620.169.1

Harbuz L., Martin I. und *Bellman R.* : **Erforschung über die Lebensdauer der 25 t Blockkokillen — Blechformat — erzeugt in der Kokillengiesserei des Eisenhüttenwerkes Galați.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 273–276

DK 669.14.018.2

Dragomir I. : **Rolle der hydrodynamischen Faktoren in der Erzeugung von Hochqualitätsstahl.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 277–279

DK 621.753.2 : 669.14–415 : 6.001.013

Lederer A. : **Entwurf der Adjustieranlagen für Grobblech.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 280–286

CONTENTS

DC 669.162.12 : 622.782 : 658.562

Ţocu P. : **Investigations regarding increase in use of methane. gas for iron ore agglomeration, in view of improving agglomerate quality and lowering specific consumption.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 233–238

DC 662.749.2 : 620.17

Manolescu A. and *Barbu I.* : **Development of correlations between various methods for mechanical testing of coke.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 239–241

DC 669.14–462 : 621.774

Avram Gh. and *Popescu M.* : **Manufacturing of cold-resisting seamless steel tubes.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 242–244

DC 621.771.07

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Iatan N. and *Mitroi C.* : **Contributions to the computation of skin thickness for extra-hard rolls cast by means of the Duplex-proceeding.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 245–247

DC 621.742.42 : 669.131.6–14

Marghescu M. and *Popa T.* : **Studies regarding moulding mixtures on Făget-sand basis used in casting iron parts for lathes.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 248–251

DC 669.721

Gruder Galia and *Slăvoacă R.* : **Proceeding and equipment for processing magnesium out of domestic raw materials (dolomite) .**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 252–256

DC 622.349.43 : 542.944.1

Segărceanu T., Balaieş Elena and *Cocoşco Elisabeta* : **Some theoretical and practical aspects of chlorination of zirconium concentrates.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 257–260

DC 622.343 : 621 57.4

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Ţibea V. and *Ioaniţescu Al.* : **Studies and investigations regarding processing of lead and zinc in fluidized-bed smelting of copper concentrates.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 261–264

DC 669.162.12 : 622.782

Iancu N. and *Pricop C.* : **Iron ore preparation in the blast-furnace department of the Iron and Steel Plant Galaţi.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 265–267

DC 621.785.6.065.2

Munteanu Al. and *Ciobanu I.* : **Actual questions related to the use of quenching oils.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 268–272

DC 621.746.073 : 620.169.1

Harbuz L., Martin I. and *Bellman R.* : **Study regarding working life of 25 t ingot moulds – sheet shaped – manufactured in the mould foundry of Iron and Steel Plant Galaţi.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 273–276

DC 669.14.018.2

Dragomir I. : **Part played by hydrodynamic factors in high-grade steel-making.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 277–279

DC 621.753.2 : 669.14–415 : 6.001.13

Lederer A. : **Design of adjustment plants for plates.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 5, p. 280–286

METALURGIA 5 1973

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI METALURGICE ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

STUDII ȘI CERCETĂRI

Cercetări privind intensificarea utilizării gazului metan la aglomerarea minereurilor de fier, în vederea îmbunătățirii calității aglomeratului și scăderii consumului specific de cocs

Ing. P. Țocu
Institutul de cercetări metalurgice — București

CZ 669.162.12 : 622.782 : 658.562

Eforturile permanente de reducere a consumului specific de cocs utilizat la aglomerarea minereurilor de fier sînt limitate ca efect final de necesitatea obținerii unui aglomerat cu rezistență mecanică suficient de mare pentru buna desfășurare a procesului de producere a fontei în furnal.

În scopul economisirii cocsului pentru aglomerare, fără diminuarea calităților mecanice ale aglomeratului, în ultimii ani s-au studiat o serie de tehnologii noi, toate urmărind înlocuirea parțială a combustibilului deficitar pe plan mondial care este cocsul cu combustibili solizi sau gazoși, mai rentabili din punct de vedere economic. Folosirea acestor combustibili înlocuitori este însă limitată, la rîndul ei, de înrăutățirea proceselor fizico-chimice din stratul de material aglomerat. În sprijinul acestor afirmații se vor prezenta în mod succint experimentările de înlocuire a cocsului mărunt clasic cu gaz metan la Fabrica de aglomerare de la C.S.R.

Experimentările au cuprins trei etape de cercetare după cum urmează :

— etapa I — considerată perioadă de referință, în care nu s-a consumat gaz metan decît la cuptorul de aprindere ;

— etapa a II-a — de experimentare, în care, pe lîngă gazul metan utilizat la camera de aprindere a mașinilor de aglomerare, s-a mai ars deasupra stratului de aglomerare, prin cîte opt arzătoare suplimentare amplasate în continuarea camerei de aprindere, la ambele mașini, o cantitate suplimentară de gaz metan de 484 Nm^3/h ;

— etapa a III-a — de experimentare, în care debitul de gaz metan ars suplimentar a fost mărit la 935 Nm^3/h.

În toate cele trei perioade consumul de gaz metan pentru aprinderea încărcăturii de aglomerare a fost menținut în limitele 570—610 Nm^3/h, arderea a fost normală, iar temperatura de aprindere a fost de circa 1 200 $\pm$ 20°C.

Parametrii medii de funcționare stabiliți pentru cele trei etape sînt prezentați în tabela 1.

Din tabela 1 se observă că pentru condiții sensibil egale de aglomerare (rețeta de minereuri, înălțimea stratului, umiditatea amestecului, consumul de gaz metan pentru aprindere), prin arderea deasupra stratului a 5,55, respectiv 12,60 Nm^3 CH_4/t aglomerat, s-a micșorat consumul specific de cocs cu 6,81, respectiv 11,87 kg/t, a rezultat un indice de înlocuire de 1,23, respectiv 0,94 kg cocs economisit /Nm^3 CH_4 ars.

O dată cu micșorarea consumului specific de cocs necesar aglomerării se constată însă și efectul negativ, menționat anterior, de utilizarea unui combustibil auxiliar ars deasupra stratului de amestec în continuarea cuptorului de aprindere și anume : durata mărită de menținere a flăcării deasupra stratului usucă amestecul de aglomerare, îl prăfuiește, îi micșorează permeabilitatea și, în consecință, scade viteza verticală de aglomerare, deci viteza mașinilor și productivitatea.

Micșorarea cu 12,2% a consumului specific de cocs este însoțită de o micșorare a productivității cu 18,8%. Acest efect negativ a fost observat în diferite proporții la toate experimentările de înlocuire a cocsului mărunt clasic cu combustibili auxiliari solizi sau gazoși.

Tabela 1

Parametrii	Perioada I (referință)	Perioada II (experimentare)	Perioada III (experimentare)
Durata experimentării, h	91,66	175,00	88,42
Consumurile specifice de materiale, kg/t			
— M. Krivoi Rog	486,00	605,00	640,00
— M. Ocna de Fier	124,0	20,8	9,5
— M. Concentrat Căpuș	183,0	198,0	158,0
— M. Iugoslavia	62,0	—	—
— M. Algeria	44,5	0,3	—
— Magnetită Moldova Nouă	2,2	—	—
— Șlam	44,5	47,7	48,5
— Oxid de fier C.S.R.	—	84,6	61,1
— Praf de furnal	29,2	30,8	21,8
— Calcar	248,0	247,0	264,0
— Cocs metalurgic	66,3	61,2	59,1
— Cocs de fluidizare	21,8	24,0	14,3
— Antracit	6,85	6,62	8,7
Consumul specific de cocs recalculat pentru echivalarea cocsului de fluidizare, antracitului și carbonului din praful de furnal și șlam, kg/t	97,21	90,40	85,34
Consumul specific de gaz metan, Nm^3/t			
— cuptor aprindere	6,62	6,53	7,72
— arzătoare suplimentare	—	5,55	12,60
Debitul de gaz metan, Nm^3/h			
— cuptor aprindere	609,0	572,0	585,0
— arzătoare suplimentare	—	484,0	935,0
Umiditatea amestecului, %	6,316	6,330	6,216
Înălțimea stratului, mm	300,0	300,0	300,0
Viteza mașinii, mm/min			
— mașina 1	2,89	2,77	2,47
— mașina 2	2,84	2,70	2,50
Temperatura în colector, °C			
— mașina 1	139,5	129,2	129,5
— mașina 2	151,7	142,0	133,2
Depresiunea în colector, mm H_2O:			
— mașina 1	605,6	658,6	719,2
— mașina 2	713,2	831,2	866,5
Productivitatea,			
— $t/m^2 \cdot zi$	29,3	27,8	23,7
— %	100	95	81,2
Compoziția chimică a aglomeratului			
— SiO_2, %	13,78	13,01	13,25
— CaO, %	15,04	14,83	14,62
— FeO, %	13,68	13,99	12,99
— Fe, %	46,91	48,26	48,67
— CaO/SiO_2	1,16	1,13	1,10
Compoziția granulometrică a aglomeratului (—5 mm), %			
— la aglomerare	8,51	8,36	8,43
— la furnale	20,25	19,29	20,16
Rezistența mecanică (—5 mm), %	21,60	21,63	22,01

Pentru a obține totuși o reducere a necesarului de cocs fără micșorarea productivității aglomeratorului sînt necesare alte procedee de intensificare a procesului de aglomerare sau de realizare a unui regim termic care să îmbunătățească caracteristicile fizico-mecanice ale aglomeratului.

Neomogenitatea compoziției încărcăturii în diferite microvolume și neomogenitatea cîmpului termic sînt inerente procesului de aglomerare pe bază de combustibil solid. Această deficiență nu poate fi evitată prin înlocuirea cocsului metalurgic cu alți combustibili solizi. Din acest motiv a apărut ideea studierii posibilităților de intensificare a utilizării gazului metan în procesul de aglomerare, folosindu-l nu numai ca înlocuitor auxiliar al cocsului, ci și ca agent de tratare termică și reducere parțială a aglomeratului.

Se urmărește astfel uniformizarea microstructurii, eliminarea tensiunilor interne și realizarea unei structuri mineralogice corespunzătoare.

Experimentările în acest sens s-au efectuat în fază de laborator, la Institutul de cercetări metalurgice — București, și în fază pilot, la Combinatul siderurgic — Reșița.

Experimentările de laborator s-au efectuat în două etape, studiindu-se separat posibilitățile de îmbunătățire a caracteristicilor fizico-mecanice ale aglomeratului prin: tratament termic în atmosferă neutră sau oxidantă și tratament termic în atmosferă reducătoare.

S-au elaborat trei sorturi de aglomerat de bazicitate: 0,5; 1,0; 1,5. Consumul de cocs a fost stabilit astfel încît cele trei sorturi de aglomerat să aibă aceeași rezistență mecanică.

Toate aglomeratele s-au făcut dintr-un amestec de minereuri compus din 25% Krivoi Rog; 20% concentrat Căpuș; 30% concentrat Teliuc și 25% India.

La toate încercările s-a lucrat cu 30% retur, iar parametrii de aglomerare au fost menținuți constanți. Aglomerarea s-a făcut într-o instalație experimentală tip cuvă cu secțiunea pătrată de 320 × 320 mm.

Compoziția chimică a celor trei sorturi de aglomerat este indicată în tabela 2.

Tabela 2

Nr. sort.	Compoziția chimică, % SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	FeO	Fe_{tot}	Fe_{met}	Bazicitatea
1	11,90	2,72	4,65	2,90	23,55	53,48	3,46	0,55
2	12,90	2,26	11,84	3,16	15,54	49,31	1,45	0,99
3	11,30	2,90	14,83	6,30	10,93	44,67	0,53	1,49

Tratamentul termic al aglomeratului s-a efectuat la instalația ICEM pentru determinarea reductibilității [1]. Proba de aglomerat a fost

introdusă într-o retortă de oţel refractar şi, după o purjare cu azot de circa 15 min, retorta a fost introdusă în cuptorul instalaţiei, la temperatura de lucru. Proba a fost menţinută în cuptor în atmosfera urmărită, un anumit timp, urmărindu-se pe scala balanţei termice eventualele modificări în greutate; apoi retorta cu probă a fost scoasă din cuptor şi lăsată să se răcească pînă la temperatura obişnuită, asigurîndu-se din nou purjarea cu azot. Nu s-a lucrat cu viteze încetinite de încălzire şi răcire a aglomeratului, deoarece s-a constatat prin încercări preliminare că şocul termic în aceste condiţii de lucru nu modifică granulaţia probei. S-au determinat apoi compoziţia chimică, structura mineralogică, rezistenţa mecanică la tobă, reductibilitatea şi temperatura de înmuiere a probelor de aglomerat supuse tratamentului termic, comparîndu-se rezultatele cu cele obţinute pentru probele de aglomerat netratate (probe de referinţă).

Tratarea termică a aglomeratului în atmosferă neutră (azot tehnic pur) a fost studiată la temperaturi de 750; 850 şi 950°C. Acest domeniu de temperaturi s-a stabilit avîndu-se în vedere faptul că reacţiile în fază solidă ale constituenţilor mineralogici ai aglomeratului încep la peste 600°C, iar temperaturile de topire, la peste 1 100°C (temperaturile de înmuiere ale aglomeratelor studiate sînt în jur de 1 050°C) [2]. La aceste experimentări nu au avut loc reacţii de oxidare — reducere şi compoziţia chimică a probelor a rămas practic constantă. Numai în primele 2—3 min după introducerea probelor în cuptor s-a observat arderea carbonului remanent şi a sulfurilor din aglomerat.

Structura mineralogică a aglomeratului s-a modificat însă în mod evident. Din faza sticloasă au început să apară mai întîi separări punctiforme, apoi dendrite din ce în ce mai dezvoltate, cristale de magnetită, ferită de calciu şi olivine ferocalcice.

În figura 1 este redată influenţa tratării termice a aglomeratului asupra rezistenţei lui mecanice. Ca urmare a micşorării fazei sticloase în favoarea fazelor cristaline, rezistenţa mecanică a aglomeratului (fracţia +5 mm la tobă) creşte pentru toate bazicităţile studiate (de la 85—87% la 90—92%). Este posibil ca îmbunătăţirea rezistenţei mecanice a aglomeratului să fie şi o consecinţă a micşorării tensiunilor interne şi a sudării microfisurilor, formate anterior în structura aglomeratului. Ca urmare a tratamentului termic, reductibilitatea aglomeratului creşte cu 10—15% pentru toate sorturile de aglomerat. Aceasta se datorează probabil măririi porozităţii aglomeratului, datorită densităţii mai mari cu 16—18% a cristalelor de silicaţi decît a sticlelor de aceeaşi compoziţie şi, într-o oarecare măsură, datorită arderii carbonului rezidual şi a sulfurilor din aglomerat. Nu s-a observat o influenţă semnificativă a tratării termice a aglomeratului asupra temperaturii de înmuiere.

Influenţa temperaturii tratamentului asupra caracteristicilor aglomeratului s-a studiat pentru un timp constant de menţinere a probei la temperatura dată (30 min). Pentru urmărirea

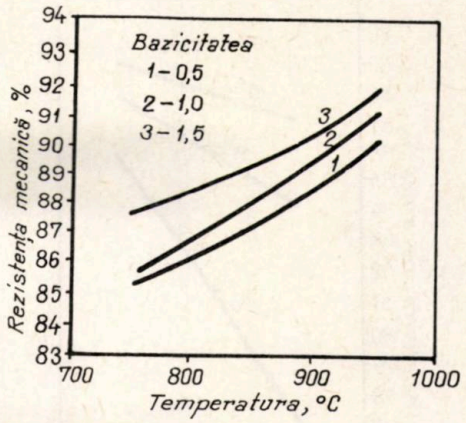


Fig. 1. Influenţa temperaturii de tratare termică în atmosferă neutră asupra rezistenţei mecanice a aglomeratului (timp de menţinere a probelor la temperatura de lucru: 30 min).

în continuare a influenţei timpului de tratament s-au repetat determinările, menţinîndu-se probele de diferite bazicităţi la 850°C, timp de 60 min. S-a constatat că în acest caz are loc transformarea totală a fazei sticloase în faze cristalizate.

Creşterea rezistenţei mecanice a aglomeratului, ca urmare a măririi timpului de tratament, este dată în figura 2. Şi în acest caz, reductibilitatea aglomeratului tratat a crescut faţă

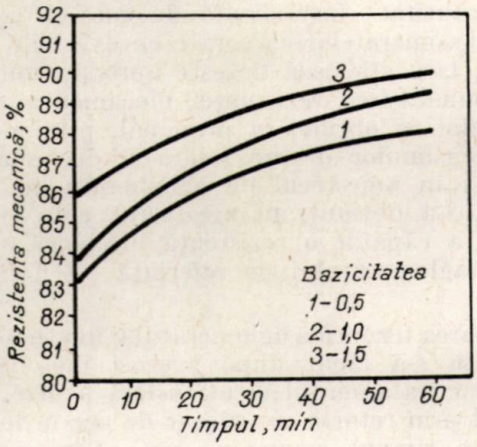


Fig. 2. Influenţa timpului de menţinere a probei la temperatura de tratare termică în atmosferă neutră asupra rezistenţei mecanice a aglomeratului (temperatura de lucru: 850°C).

de cea a aglomeratului netratat cu 15—20% (deci cu circa 5% mai mult decît probele similare menţinute timp de 30 min la temperatura de 850°C). Temperatura de înmuiere a aglomeratelor a rămas practic constantă, schimbîndu-se numai cu bazicitatea aglomeratului.

Pentru a stabili posibilitatea reducerii consumului specific de cocs, prin tratarea termică în atmosferă neutră a aglomeratului, s-au produs trei serii de aglomerate cu bazicitatea 1,0, cu consumuri diferite de cocs : 6% (insuficient), 8% (normal), respectiv 10% (în exces). Rezul-

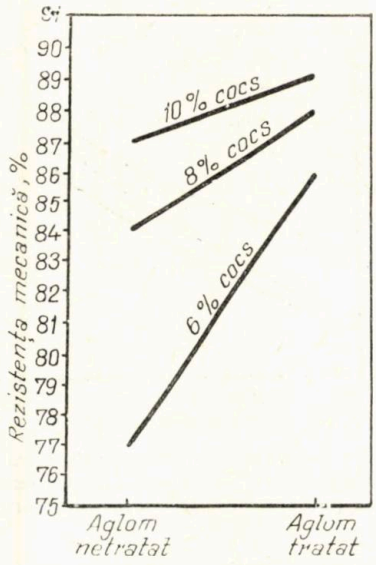


Fig. 3. Influența unei tratări termice de 30 min la 850°C, în atmosferă neutră, asupra rezistenței mecanice a unor aglomerate de bazicitate 1,0 produse cu diferite consumuri de cocs.

tatele obținute prin tratarea termică la 850°C în azot, timp de 30 min, a acestor aglomerate, sînt prezentate în figura 3, din care rezultă că eficiența tratamentului termic este mai mare pentru aglomeratele de slabă calitate produse cu o cantitate insuficientă de cocs (6%). În cazul aglomeratelor elaborate cu exces de cocs (10%), faza sticloasă lipsește aproape complet și îmbunătățirea rezistenței mecanice a aglomeratului se obține, în principal, prin micșorarea tensiunilor interne. Reducînd deci adaosul de cocs în amestecul de aglomerare de la 8 la 6% s-a obținut un aglomerat care tratat termic a căpătat o rezistență mecanică superioară aglomeratului de referință (86 față de 84%).

Tratarea termică a aglomeratului în atmosferă oxidantă s-a făcut după aceeași metodă de lucru cu tratamentul în atmosferă neutră, dar trecînd prin retortă un curent de aer în loc de azot, în timpul menținerii probei în cuptor. Compoziția chimică a acestor aglomerate s-a modificat, micșorîndu-se pînă la dispariție conținutul de fier metalic, scăzînd cu 30—40% conținutul de FeO și mărindu-se corespunzător conținutul de Fe_2O_3.

La analiza mineralogică s-a constatat dezvoltarea reoxidării magnetitei secundare la marginea porilor și fisurilor și apariția hematitei ca urmare a fenomenului de martitizare.

Mărirea rezistenței mecanice a aglomeratelor tratate termic în atmosferă oxidantă a fost aproximativ egală cu cea a probelor similare tratate în atmosferă neutră, reductibilitatea acestor aglomerate a scăzut însă cu 15—20%. Din acest motiv această tratare termică nu prezintă interes pentru scopul urmărit de reducere a consumului specific de cocs.

La experimentările de tratare termică a aglomeratului în atmosferă reducătoare s-a trecut prin retorta cu probă un curent de hidrogen tehnic pur. Nu s-a lucrat cu gaz metan, pentru a se evita înfundarea țevilor de oțel refractar cu carbon, provenit din descompunerea gazului metan. Cele trei sorturi de aglomerat cu bazicități de 0,5 ; 1,0 și 1,5 au fost reduse fiecare la diferite grade de metalizare ($Fe_{metalic}/Fe_{total}$), care au variat între 10 și 90%. Influența tratamentului în atmosfera reducătoare a aglomeratului asupra rezistenței sale mecanice se poate vedea în figura 4.

Pentru toate bazicitățile studiate, rezistența mecanică a aglomeratului a crescut sensibil cu mărirea gradului de metalizare obținut în urma reducerii lui.

Din analiza mineralogică a probelor studiate s-a constatat că la acest tratament, pe lîngă dezvoltarea dendritelor din magnetită terțiară, a apărut un al doilea factor structural de mărire a rezistenței mecanice a aglomeratului și anume apariția și dezvoltarea rețelei de ferită obținute în urma reducerii magnetitei la fier metalic.

Similar cu tratamentul în atmosferă neutră și la aceste experimentări, eficacitatea tratamentului a fost maximă pentru aglomeratul cu rezistența cea mai slabă. Din figura 4 se observă că cea mai importantă îmbunătățire a rezistenței mecanice s-a obținut pentru aglomeratul de bazicitate 0,5 care a avut inițial cea mai mică rezistență.

Din analizarea rezultatelor obținute prin cele trei metode de tratament termic experimentate

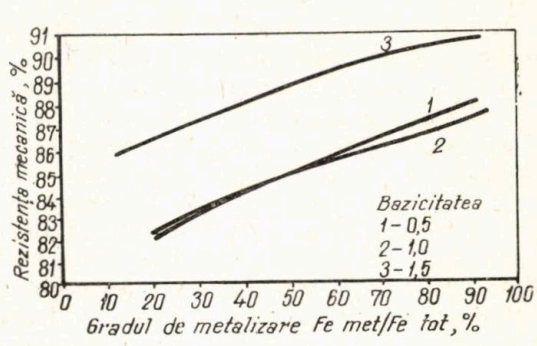


Fig. 4. Influența tratării termice în atmosferă reducătoare la 850°C asupra rezistenței mecanice a aglomeratului.

rezultă că îmbunătățirea rezistenței mecanice a aglomeratului se realizează în condiții optime prin reîncălzirea aglomeratului în atmosferă neutră sau reducătoare, ca urmare a recristalizării parțiale sau totale a fazei sticloase,

apariția rețelei de fier metalic (ferită) și a scăderii tensiunilor interne din aglomerat. Totodată se obține și o îmbunătățire a reductibilității aglomeratului.

Pentru limitele studiate aceste îmbunătățiri ale caracteristicilor aglomeratului cresc proporțional cu temperatura și durata tratamentului, respectiv cu gradul de metalizare.

În condițiile din R.S. România, aplicarea industrială a acestor experimentări s-ar putea face cu cele mai bune rezultate prin utilizarea gazului metan ale cărui produse obținute în urma cracării, disocierii sau arderii creează o atmosferă reducătoare sau neutră. Din acest motiv experimentările în fază pilot s-au făcut folosind gazul metan. Atît aglomerarea, cît și tratamentul ulterior s-au efectuat în instalația experimentală de aglomerare de la C.S. Reșița cu suprafața de aspirație de 0,1225 m^2. La toate aglomerările s-a folosit un amestec de minereuri compus din 75% Krivoi Rog, 15% concentrat Căpuș și 10% minereu Ocna de Fier, adăugîndu-se calcarul necesar obținerii unei bazicități de circa 0,95.

S-au făcut două serii de aglomerări cu înălțimi ale stratului de material de 300, respectiv 400 mm.

Imediat după terminarea procesului, cînd în partea inferioară a stratului de material temperatura era de peste 700°C, s-a trecut prin aglomerat un curent de gaz metan (debit 5,6 Nm^3/h) pînă la răcirea acestuia sub 100°C (5–10 min). În continuare aglomeratul a fost spart în bucăți, s-a separat măruntul sub 10 mm (returul) și s-a determinat rezistența mecanică a aglomeratului. Întrucît în această etapă s-a lucrat cu cantități mai mari de material, determinarea rezistenței mecanice s-a efectuat la toba Rubin; în prima etapă de laborator, în acest scop s-a folosit o tobă Micum redusă (500 mm diametru; 300 mm lățime; 40 rot/min). Din această cauză valorile rezistențelor mecanice determinate în cele două etape de cercetare nu sînt comparabile decît în cadrul etapei respective.

Bucățile de aglomerat + 10 mm produse în două șarje identice au fost amestecate și reintroduse în cuva de aglomerare pînă la o înălțime în strat de 300 mm, respectiv 400 mm. Acest aglomerat a fost încălzit cu gaz metan pînă la 300–400°C, după care s-a trecut, pentru a doua oară, gaz metan rece prin aglomerat, pînă la răcirea acestuia sub 100°C (10–20 min). Modificarea caracteristicilor aglomeratului în urma acestui dublu tratament termic este indicată în tabela 3 și figura 5.

Experimentările efectuate în fază pilot au confirmat corelațiile stabilite la încercările de laborator. Tratarea termică a aglomeratului cu ajutorul gazului metan a avut ca efect principal îmbunătățirea rezistenței mecanice. Atît analiza chimică, cît și analiza mineralogică arată că în masa aglomeratului a avut loc o recristalizare în fază solidă a magnetitei și silicaților și un început de reducere a oxizilor de fier din aglomerat. Primul tratament termic (gaz metan trecut prin stratul compact de aglomerat) a avut un efect relativ redus din cauza faptului

Tabela 3

Caracteristicile	Nr. șarjei				
	Referință	1	2	3	4
Înălțimea stratului, mm	300	300	300	400	400
Adaosul de cocs în amestec, %	4,4	4,3	4,3	4,1	4,1
Viteza verticală de aglomerare, mm/min	—	17,6	17,6	17,4	19,1
Echilibrarea returului, %	101,6	104,0	100,0	92,0	88,0
Productivitatea, kg/m^2 · h	830	950	975	960	1 075
Consumul specific de cocs, kg/t	70,0	66,0	65,1	62,5	60,5
Compoziția chimică a aglomeratului:					
— fără tratament termic:					
SiO_2, %	14,37	17,32	16,27	15,79	17,52
CaO, %	14,21	14,46	14,94	15,52	13,62
FeO, %	14,86	8,75	12,11	17,70	17,40
Fe_{tot}, %	47,43	45,48	46,03	47,70	46,00
Fe_{met}, %	—	3,71	3,20	3,40	3,00
— după primul tratament termic:					
FeO, %	—	4,00	5,63	6,57	
Fe_{tot}, %	—	44,92	45,47	46,03	
Fe_{met}, %	—	4,60	4,02	4,35	
— după al doilea tratament termic:					
FeO, %	—	9,55		9,92	
Fe_{tot}, %	—	46,30		46,03	
Fe_{met}, %	—	5,10		4,55	
Rezistența mecanică a aglomeratului (+ 5 mm):					
— fără tratament termic, %	74,5	—	—	—	
— după primul tratament termic, %	—	76,5	75,5	75,5	
— după al doilea tratament termic, %	—	82,5		78,7	

că după terminarea procesului de aglomerare, aglomeratul din partea superioară a stratului are o temperatură scăzută, astfel că numai aglomeratul fierbinte de lîngă grătar îşi modifică structura. Totuşi, şi în această etapă are loc o cristalizare a silicaţilor constituenţi ai sticlei.

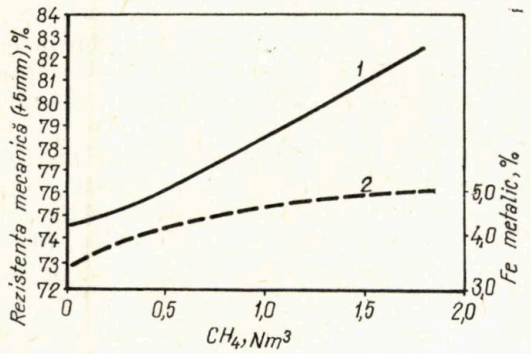


Fig. 5. Influenţa cantităţii de gaz metan folosit la tratarea termică a aglomeratului asupra rezistenţei mecanice a aglomeratului *1* şi a conţinutului de fier metalic din aglomerat *2*.

Îmbunătăţirea rezistenţei mecanice a aglomeratului după această primă etapă este neînsemnată.

După spargerea în bucăţi a aglomeratului şi reîncălzirea lui la 400°C se realizează un contact mult mai bun gaz-solid şi se creează condiţii mai bune de desfăşurare pentru reacţiile de reducere a oxizilor de fier. În consecinţă are loc recristalizarea totală a magnetitei şi silicaţilor, apariţia primelor cristale de ferită şi, în final, mărirea evidentă a rezistenţei aglomeratului, deci creşterea productivităţii, în paralel cu micşorarea consumului specific de cocs pentru aglomerare.

Îmbunătăţirea rezistenţei aglomeratului creşte proporţional cu temperatura de reîncălzire şi cu cantitatea de gaz metan trecută prin aglomerat (fig. 5).

Experimentările în fază de laborator şi pilot prezentate lasă să se întrevadă posibilităţi noi de utilizare a gazului metan în procesul de aglomerare a minereurilor de fier. În prezent gazul metan este utilizat la aglomeratoare cu o pondere relativ mică, fiind folosit numai la arzătoarele de după camera de aprindere, cu rol de combustibil auxiliar al procesului de aglomerare.

În urma rezultatelor obţinute se consideră necesară studierea posibilităţilor de folosire a gazului metan şi ca agent modificator a microstructurii aglomeratului în vederea îmbunătăţirii rezistenţei mecanice şi, în consecinţă, a reducerii consumului specific de cocs. Această îmbunătăţire se poate realiza în mod eficient după terminarea procesului de aglomerare într-o variantă de amplasare pe fluxul tehnologic a tratamentului termic recomandat, între banda de aglomerare şi furnal.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ţocu P. Metalurgia, nr. 5, 1967, p. 269—271.
[2] Bazilevici V. V. şi Vegman E. F. *Aglomeraţia*. Moscova, Izd. Metallurghia, 1967.

Ing. A. Manolescu şi ing. I. Barbu
Institutul de cercetări metalurgice — Bucureşti

Determinarea unor corelaţii între diferite metode de încercare mecanică a cocsului

CZ 662.749.2 : 620.17

În ultimii ani, în toate domeniile de utilizare a cocsului se observă o modificare privind cerinţele de calitate pentru cocs, înţelegînd prin calitatea cocsului întregul ansamblu de caracteristici : fizice, chimice, fizico-mecanice etc. Este semnificativ, în acest sens, să se amintească că cerinţele privind granulaţia cocsului s-au schimbat complet, în prezent utilizîndu-se cocs sortat la granulaţii restrînse şi mai mărunte decît anterior, urmărindu-se apropierea dimensiunilor componenţilor încărcăturii. Acest lucru, precum şi alte măsuri (folosirea de combustibili auxiliari), a permis scăderi însemnate ale consumului specific de cocs. Totuşi, rezistenţa mecanică rămîne chiar şi în aceste condiţii una din caracteristicile cele mai importante ale cocsului, care determină parţial valoarea lui de utilizare. Numai un cocs rezistent la diversele solicitări din coloana de materiale va putea să-şi îndeplinească rolul de agent de afînare, asigurînd permeabilitatea coloanei de materiale la circulaţia gazelor.

Pentru aprecierea rezistenţei mecanice a cocsului se folosesc metode convenţionale, care încearcă să reproducă procesele mecanice la care este supus cocsul în timpul utilizării în diferite agregate. Aceste metode trebuie să caracterizeze bine cocsul, să fie uşor de folosit şi să fie reproductibile. În principiu metodele diferă prin felul solicitării şi tipul de determinare, cele mai utilizate fiind rezistenţa cocsului la tobă şi rezistenţa cocsului la cădere (aruncare). În ceea ce priveşte determinarea rezistenţei la tobă există mai multe metode [1], [2], care diferă printr-o serie de factori : construcţia şi dimensiunile tobei, mărimea probei, gradul de umplere a tobei, durata de solicitare a probei, modul de exprimare a rezultatelor etc.

În lucrarea de faţă sînt prezentate încercările de corelare dintre indicii de rezistenţă determinaţi prin metodele cele mai cunoscute utilizate în prezent pentru caracterizarea cocsului în Europa şi S.U.A. Cea mai răspîndită este toba Micum (Mission Interaliée de contrôle des usines et des mines), folosită în special în Europa, metoda fiind recomandată şi de ISO (R 556/1967) ca metodă internaţională (în R.S.R., STAS 5632—57). În S.U.A. este standardizată şi se utilizează toba ASTM (Tumbler-test).

Metodele de determinare a rezistenţei cocsului la cădere sînt mai puţin utilizate, doar Shatter-test se utilizează în unele ţări. Sînt prezentate în tabela 1 caracteristicile principale ale celor trei metode de determinare a rezistenţei cocsului.

Dintre indicii prezentaţi, cei mai larg utilizaţi sînt M_{40} şi M_{10} la toba Micum, Stability factor şi Hardness factor la toba ASTM, Shatter 2 inch, Shatter 1 1/2 inch etc. la Shatter-test. Metodele prezentate au o serie de lipsuri [3], motiv pentru care s-au propus o serie de modificări sau chiar noi metode de încercare [4].

Indicii de rezistenţă obţinuţi prin diferite metode nu sînt echivalenţi şi nu pot fi transformaţi direct unii în alţii. S-au încercat şi sînt cunoscute în literatura de specialitate cîteva încercări de corelare a diverselor metode de determinare a rezistenţei cocsului [1], [5],

Tabela 1

	Micum (STAS 5632—57)	Tubler-test	Shatter-test
Dimensiunile tobei :			
— diametrul	1 000 mm	36 inch	cutie tablă
— lungimea	1 000 mm	18 inch	18 × 18 × 15 inch
— numărul de corniere	4	2	—
— viteza de rotaţie,rot/min	25	25	4 căderi (de la 1 850 mm)
Greutatea probei	50 kg	22 lb	50 lb
Dimensiunile cocsului	peste 50 mm	între 2 şi 3 inch	peste 2 inch
Cocs colectat	circa 160 kg	75 lb	150 lb
Număr de încercări	2	2	3
Indici de rezistenţă	M_{40} (rezistenţă, + 40mm) M_{20-40} (friabilitatea) M_{10-20} (mărunţirea) M_{10} (roaderea sub 10 mm)	Stability (plus 1 inch) (+25,4 mm) Hardness (plus 1/4 inch) (+6,4 mm)	Shatter +3 inch (76 mm) + 2 inch (51 mm) +1 1/2 inch (78mm) +1 inch (25,4 mm) +1/2 inch (12,7 mm)

[6], fără să se ajungă la relații certe care să permită estimarea unor indici de rezistență ce se pot obține printr-o anumită metodă cînd se cunoaște indicele de rezistență exprimat printr-o altă metodă.

Sînt prezentate în continuare rezultatele obținute prin analiza a 22 cocsuri de turnătorie

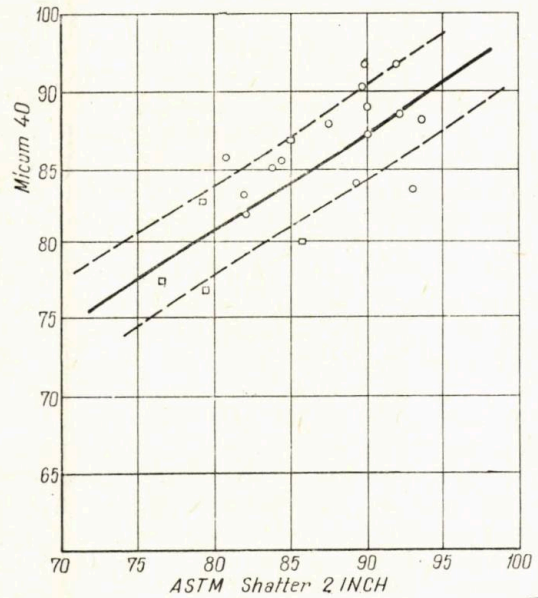


Fig. 1. Corelarea $Micum_{40}$ — Shatter 2 inch (cocs de turnătorie).

de diferite proveniențe, din care 17 cocsuri au fost cocsuri din import (producție industrială) și 5 cocsuri, fabricate în cuptor pilot. Încercările s-au efectuat în paralel la toba Micum (2 încercări), toba ASTM (2 încercări) și aparatul Shatter (3 încercări).

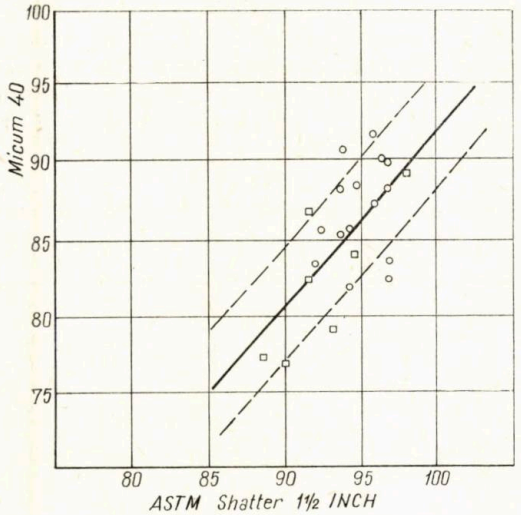


Fig. 2. Corelarea $Micum_{40}$ — Shatter 1 ½ inch (cocs de turnătorie).

S-au calculat separat coeficienții de corelare dintre valorile tuturor indicilor de rezistență. Sînt prezentate grafic în continuare corelațiile mai bune dintre indicii mai des utilizați. Astfel în figura 1 este arătată corelația dintre M_{40} și Shatter 2 inch, din care rezultă o legătură bună între acești doi indici, de altfel coeficientul de corelație are o valoare ridicată $r = 0{,}715$. Dreapta de regresie trasată cu linie continuă are expresia :

$$M_{40} = 0{,}608 \text{ Shatter } 2'' + 32{,}79$$

În figura 2 este prezentată corelația lui M_{40} cu Shatter 1 1/2 inch, din care rezultă o legătură mai slabă decît în primul caz, însă totuși acceptabilă, $r = 0{,}574$, iar dreapta de regresie :

$$M_{40} = 1{,}057 \text{ Shatter } 1\ 1/2'' - 13{,}91$$

Corelarea $Micum_{40}$ — Stability, prezentată în figura 3, arată legătura relativ slabă dintre indicii de rezistență determinați prin cele două metode, coeficientul de corelare este $r = 0{,}426$, iar dreapta de regresie :

$$M_{40} = 0{,}313 \text{ Stability} + 67{,}80$$

În același mod s-a procedat și pentru 14 probe de cocs de furnal, din care 8 au fost cocsuri de producție industrială și 6 cocsuri fabricate în cuptor pilot.

În acest caz corelarea dintre indici este mai bună. Astfel, coeficientul de corelație dintre M_{40} și Shatter 2 inch (fig. 4) este de $r = 0{,}853$, dintre M_{40} și Shatter 1 1/2 inch (fig. 5) este de $r = 0{,}902$, iar dintre M_{40} și Stability (fig. 6), $r = 0{,}850$. Deși legătura este foarte bună, totuși

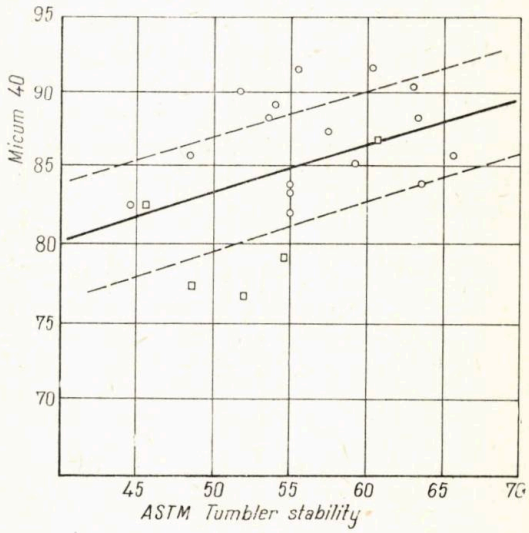


Fig. 3. Corelarea $Micum_{40}$ — Stability (cocs de turnătorie).

numărul de valori este mic și din acest motiv nu se poate considera suficient de sigură valoarea găsită pentru corelațiile în cazul cocsului de furnal.

Au fost calculate și corelațiile dintre ceilalți indici, pentru cocsul de turnătorie și pentru cocsul de furnal, însă sînt nesemnificative, deci nu există nici o legătură între acești indici.

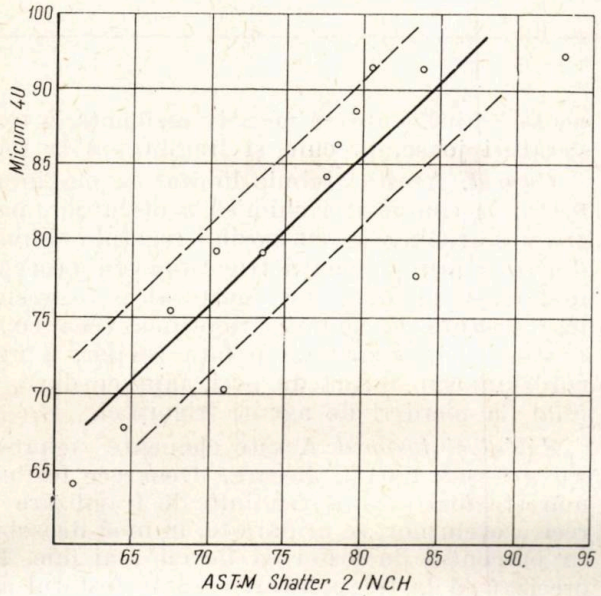


Fig. 4. Corelarea $Micum_{40}$ — Shatter 2 inch (cocs de furnal).

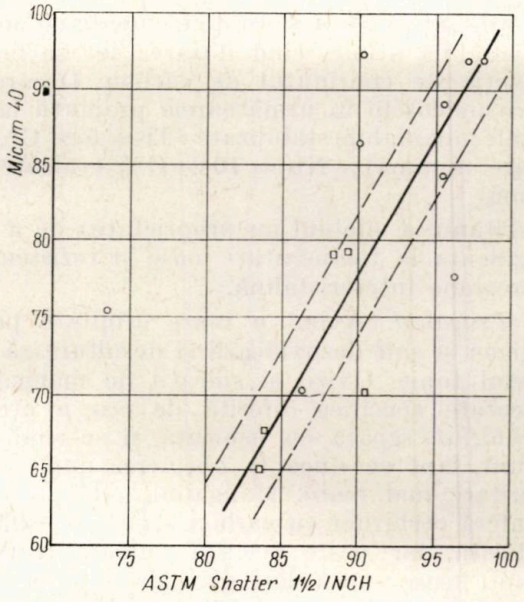


Fig. 5. Corelarea $Micum_{40}$ — Shatter 1 ½ inch (cocs de furnal).

Din analiza făcută mai sus rezultă că există unele legături bune între M_{40} și indicii Shatter și Stability, însă pentru a obține o corelație sigură numărul cocsurilor încercate trebuie să fie mult mai mare. Corelațiile stabilite sînt însă de același sens cu corelațiile stabilite de alți autori pe un număr relativ mai mare de probe și pot fi utilizate pentru estimări. În orice caz pot fi stabilite valorile limită, care corespund unei valori minime acceptabile pentru un anumit agregat de utilizare.

Corelațiile prezentate pentru 22 de cocsuri de turnătorie și 14 cocsuri de furnal au arătat

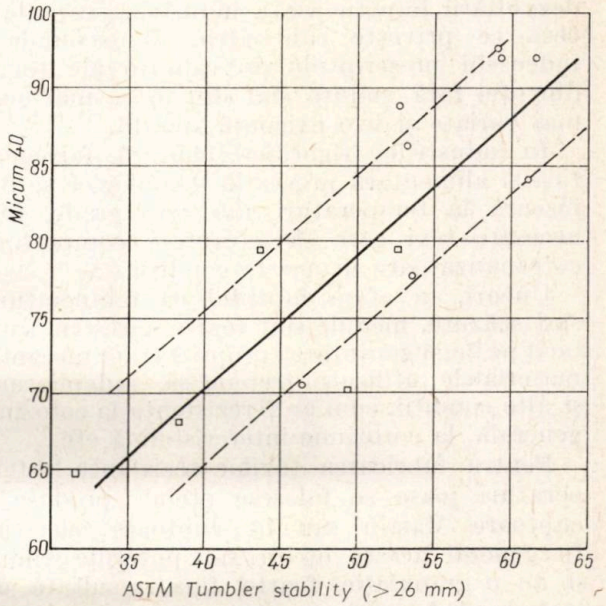


Fig. 6. Corelarea $Micum_{40}$ — Stability (cocs de furnal).

o legătură mai bună între indicii $Micum_{40}$, Stability factor și Shatter.

Diagramele prezentate și relațiile stabilite permit aprecierea indicilor de rezistență printr-o metodă cînd se cunoaște indicele de rezistență prin cealaltă metodă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Barbu I., Milinovici I. și Teodorescu N. *Cocsul metalurgic.* București, Editura tehnică, 1958, p. 235–237.

[2] Lowry H. H. *Chemistry of coal utilization* (cap. 12). New York, John Wiley et Sons.1963, p. 509–517.

[3] Falk E., Hirsch R. și Pavel Gh. *Surse de erori în aprecierea calității cocsului metalurgic.* Metalurgia 21, nr. 5, 1969, p. 299–303.

[4] Loison R., Foch P. și Boyer A. *Le coke.* Paris, Editura Dunod, 1970, p. 206–210.

[5] Loison R. și Foch P. *Rapport sur l'activité de la station experimentale de Marionau en 1963.* Revue de l'Industrie minerale, feb., 1965.

[6] Glowacki W. L. *Progres Report no. 2. on U.S. Programs of Coke, Testing Related to Intercomparisons of Micum, Shatter and ASTM tumbler tests.* ISO Working Grov. p. 8 — Testing of coke ISO/TC 27 W 68 — oct. 1960.

Fabricarea țevilor din oțel fără sudură rezistente la temperaturi joase

Ing. Gh. Avram și ing. M. Popescu
Uzina de țevi "Republica" — București

CZ 669.14—462:621.774

În toate domeniile de activitate, datorită dezvoltării impetuoase a industriei, cererile în ceea ce privește cantitatea, dimensiunile și îndeosebi prescripțiile de calitate ale țevilor din oțel fără sudură sînt din în ce mai mari, mai variate și de o exigență sporită.

În industriile frigorifică, chimică, farmaceutică și alimentară procesele tehnologice se desfășoară la temperaturi sub zero grade, fiind necesare țevi care să garanteze comportarea corespunzătoare în aceste condiții.

Uneori, în afara faptului că temperaturile sînt scăzute, mediile sînt foarte agresive, astfel încît pe lîngă garantarea proprietăților mecanice, materialele utilizate trebuie să îndeplinească și alte condiții, cum ar fi rezistența la coroziune generală, la coroziune intercristalină etc.

Pentru fabricarea țevilor rezistente la temperaturi joase se folosesc oțeluri produse în cuptoare Martin sau în cuptoare electrice. În general aceste oțeluri sînt puternic calmate și au o granulație foarte fină, rezultată din tratamentul termic.

În funcție de temperatura la care vor lucra, oțelurile destinate temperaturilor joase pot fi clasificate în diferite feluri. O împărțire rațională este făcută de firma Dalmine care clasifică aceste oțeluri în cinci categorii, în funcție de mediile și temperaturile de lucru:

— oțeluri carbon, pentru temperaturi pînă la — 40°C;

— oțeluri slab aliate cu Ni = 0,5—2,25%, pentru temperaturi pînă la —45°C;

— oțeluri mediu aliate cu aproximativ 3,5% nichel, pentru temperaturi pînă la —70°C;

— oțeluri înalt aliate, cu aproximativ 9% nichel, pentru temperaturi pînă la —196°C;

— oțeluri inoxidabile austenitice, puternic aliate, pentru temperaturi pînă la —270°C.

La stabilirea condițiilor de livrare trebuie să se țină seamă de faptul că modul de comportare a oțelurilor la temperaturi joase depinde de următorii factori: compoziția chimică; procesul de fabricație; starea fizică sau structura oțelului.

În cele ce urmează se va prezenta influența fiecărui element, precum și unele indicații privind limitele lor de variație.

Compoziția chimică

Carbonul. Conținutul de carbon trebuie să fie foarte scăzut (0,03—0,18 %), deoarece prezența lui influențează negativ rezilienta la temperaturi joase, precum și fragilitatea la rece.

Cuprul. Acesta trebuie limitat la maximum 0,1%, în compoziția chimică a oțelurilor, pentru a se reduce pe cît posibil reacțiile chimice dintre cupru și agenții frigorifici. În procente mai mari de 0,1% s-a constatat o rezistență mai scăzută la agenții frigorifici, ceea ce se traduce prin apariția, pe fața țevilor, a unei coroziuni sub formă de pori, fapt ce duce, în final, la pierderi de agenți frigorifici.

Sulful și fosforul. Aceste elemente se prescriu a fi sub 0,04% fiecare. Deoarece fosforul mărește foarte mult tendința de fragilizare la rece a oțelurilor, se urmărește, în mod deosebit, ca procentul de fosfor să fie cît mai mic. De precizat că la temperaturi scăzute fosforul are tendință de separare la periferia cristalelor, fapt ce duce la o rezilienta scăzută.

Titanul și niobiul. Sînt elemente cu acțiune favorabilă atunci cînd dozarea lor se face în funcție de conținutul de carbon. Dozarea se face îndeosebi în următoarele proporții la oțelurile inoxidabile stabilizate: Ti = 5 × C% (valoare minimă); Nb = 10 × C% (valoare minimă).

Titanul și niobiul au proprietatea de a mări rezilienta la temperaturi joase și rezistența la coroziune intercristalină.

Manganul. Avînd o mare afinitate pentru oxigen și sulf dezoxidează și desulfurează bine oțelul topit. Oxizii și silicații de mangan au greutate specifică diferită de cea a oțelului lichid, se separă cu ușurință și se elimină în zgură, fapt ce duce la obținerea unui oțel cu puritate mai mare. Manganul, pînă la 1,5%, conferă oțelurilor cu carbon scăzut o rezilienta ridicată, iar peste această valoare rezilienta scade brusc sub valori de 7 da N · m/cm².

Nichelul. Dintre toate elementele de aliere, nichelul s-a dovedit a fi cel mai eficace pentru oțelurile utilizate la temperaturi joase, îmbunătățind toate caracteristicile fizico-mecanice și structurale ale produsului respectiv. Fără a micșora tenacitatea feritei, nichelul mărește foarte mult duritatea ei, în timp ce alte elemente, dacă nu micșorează tenacitatea, durifică prea puțin ferita (cromul) sau reduce mult tenacitatea (manganul).

Cromul. Adaosul de crom în proporții corespunzătoare și în prezența nichelului trece oțelurile în clasa austenitică, ducînd numai în

prezența nichelului la o tenacitate excepțională la temperaturile cele mai scăzute realizate pînă în prezent (—270°C).

Procesul de fabricație

Toate țaglele din oțeluri carbon sau aliate, destinate fabricării țevilor din oțel fără sudură, rezistente la temperaturi joase, sînt supuse pregătirii speciale, în primul rînd îndepărtarea tuturor defectelor superficiale prin cojire, dăltuire sau flamare.

La încălzirea țaglelor trebuie să se acorde o deosebită atenție respectării diagramelor de încălzire, în funcție de dimensiunile și calitatea țaglelor.

Deformările la cald se fac la utilaje cunoscute, laminoare, prese, bancuri de tras, în general evitîndu-se deformările puternice, prin aplicarea unor coeficienți de alungire în valori mari. Tracțiunile și reducerile puternice la laminoarele reductoare trebuie, de asemenea, evitate deoarece pot duce la fisuri pe corpul țevilor. În prezent se pune mult accent pe laminarea la pilghere atît la cald, cît și la rece. Oțelurile inoxidabile sînt deformate prin extrudare, acesta fiind procedeul cel mai adecvat pînă în momentul de față. Țevile din oțeluri aliate și înalt aliate în general se șlefuiesc la interior și exterior după terminarea operațiunilor de ajustare.

Țevile înainte de livrare se supun următoarelor verificări și încercări curente : verificarea aspectului, verificarea dimensiunilor, verificarea rectilinității, verificarea masei, analiza chimică, încercarea la presiune hidraulică, încercarea de rezilință la temperaturi sub zero grade, încercarea la coroziune intercristalină, încercarea de îndoire.

Proporția metodelor de verificare și încercare este specifică fiecărui standard sau norme interne pentru țevi rezistente la temperaturi joase.

Starea fizică sau structura oțelului

După deformațiile plastice la rece sau la cald sînt necesare tratamente termice specifice fiecărei calități de oțel, pentru eliminarea tuturor tensiunilor interne, a stării de ecruisare, în scopul obținerii caracteristicilor mecanice, de plasticitate și a rezilienței necesare la temperaturi joase.

Pentru oțelurile carbon se aplică tratamentul termic de normalizare sau normalizare și revenire. Normalizarea este puțin superioară lui Ac_3, cu menținere suficientă pentru a avea loc toate transformările, după care urmează răcirea lentă în aer.

Pentru oțelurile cu nichel și, în special, pentru cele cu aproximativ 9%, se aplică următoarele variante :

— Normalizare — răcire în aer ;

— Normalizare — răcire în aer — revenire — răcire în aer ;

— Călire + revenire.

Prima normalizare se face la 900°C, timpul de menținere fiind în funcție de grosimea pereților, în general 1 h/25 mm secțiune urmată de răcire în aer. A doua normalizare se face la 800°C, timpul de menținere fiind ca cel indicat mai sus. Revenirea se face la 570—600°C cu menținere cel puțin 30′, cu răcire în aer sau apă, fără ca viteza de răcire să depășească 160°C/h. Tratamentul termic de îmbunătățire (călire + revenire) se efectuează astfel : călire la 800°C cu menținere de cel puțin 30′ sau 1 h/25 mm de secțiune, urmată de revenire la 570—600°C, ca în cazul de mai sus.

Caracteristicile mecanice sînt identice în ambele cazuri, rezultatele fiind confirmate de practică în mai multe țări (Italia, S.U.A., R.F. Germania).

La oțelurile inoxidabile tratamentul termic constă în încălzirea la temperatura de 1 100°C, urmată de răcire în apă. Oțelurile inoxidabile pot prezenta fragilitate la rece în următoarele cazuri :

— cînd conținutul de carbon este mai mare de 0,18% se produce separarea acestuia la marginea grăunților precipitați de carburi de crom, în special cînd răcirea după deformare la cald este înceată și, îndeosebi, în jurul temperaturii de 650—700°C ;

— cînd temperatura de sfîrșit de laminare este scăzută se produce o ecruisare a oțelului.

În primul caz oțelul se răcește după laminare în băi cu apă rece, cu circulația forțată, iar în al doilea caz trebuie bine urmărit tratamentul termic final.

În R.S. România producția de țevi din oțel fără sudură rezistente la temperaturi joase este în prezent încă într-o fază incipientă ; țevile necesare diferitelor agregate frigorifice care lucrează, în general, pînă la temperaturi de —50°C, se livrează în prezent dimensional și în condiții tehnice, conform STAS 404/2—71, STAS 530/2—71 din oțeluri OLT 35 și OLT 45, STAS 8183/68.

Oțelurile utilizate, OLT 35 și OLT 45, sînt echivalente cu TT St 35 și TT St 45, prevăzute pentru aceste domenii în Stahl-Eisen-Werkstoffblatt, Ed. a II-a, ian. 1970, cum se poate vedea din tabela 1 în care sînt date cîteva mărci de oțeluri echivalente din punct de vedere al compoziției chimice și al caracteristicilor mecanice.

Se precizează faptul că proba de bază pentru garantarea țevilor din oțel fără sudură care lucrează la temperaturi joase rămîne reziliența (energia de rupere), efectuată la temperaturi de — 20°C, —30°C, —40°C și — 50°C.

Reziliența se poate efectua pe epruvete prelevate din țevi (dacă grosimea peretelui o permite) sau din țagle, în ambele cazuri în

Tabela 1

Standardul sau norma – oțel	Compoziția chimică, %						Caracteristicile mecanice, minime			
	C	Mn	Si	S	P	Alte elemente	R, da N/mm²	$R_{0,2}$, da N/mm²	A_5, %	Energia de rupere, da N·m
STAS 8183–68 OLT 35	0,09 0,16	min. 0,40	0,15 0,35	max. 0,040	max. 0,045	—	35	23	25	—
STAS 8183–68 OLT 45	max. 0,23	min. 0,45	0,15 0,35	max. 0,040	max. 0,045	—	45	26	21	—
Stahl-Eisen Werkstoffblatt Ed. a II-a ian. 1970 TT St. 35	0,17	0,40	0,35	0,045	0,045	—	35–45	23	25	—
TT St. 45	0,20	0,45	0,35	0,045	0,045	—	45–55	27	21	—
STAS 2883/2–70 R 1	max. 0,19	0,26 0,85	max. 0,40	0,045	0,045	Al min. 0,025	37–45	23	24	la –20°C 2,8 –40°C 2,8
STAS 500/2–68 OL 37 (OL 38)	max. 0,20	0,26 0,85	max. 0,40	0,045	0,045	Al min. 0,025	37–45	23	25	2,8
STAS 500/2–68 OL 42	max. 0,25	0,31 0,85	max. 0,40	0,050	0,050	—	42–50	25	22	2,8

stare normalizată, pe epruvete tip Mesnager de 55 × 10 × 10 și 55 × 10 × 5 (standardizate) și 55 × 10 × 7,5 și 55 × 10 × 2,5 (nestandardizate).

Valoarea energiei de rupere pentru oțelurile carbon care trebuie garantată este de min. 2,8 da N·m.

În urma probelor de reziliență, efectuate la Uzina „Republica", s-au obținut valorile din tabela 2, la — 30° și la — 45°C.

Tabela 2

Temperatura de încercare, °C	Calitatea oțelului	Tipul de epruvetă	Energia de rupere: Rezilienta KCU, da N·m/cm²
–30	OLT 35	55 × 5 × 2	2,8/7 ; 2,8/7 ; 2,8/7
	OLT 35	55 × 10 × 2	12,2/15,2 ; 10,6/13,4
–30	OLT 45	55 × 5 × 2	3,4/8,5 ; 3,8/9,5
	OLT 45	55 × 10 × 2	2,4/3,0
–45	OLT 35	55 × 5 × 2	3,6/9,0 ; ; 3,6/9,0 ; 2,8/7,0
	OLT 35	55 × 10 × 2	9,4/11,8 ; 7/9,0
–45	OLT 45	55 × 5 × 2	3,2/8 ; 3,0/7,5
	OLT 45	55 × 10 × 2	2,4/3,0

Primele rezultate de reziliență la temperaturi sub zero grade, obținute la oțelurile OLT 35 și OLT 45, utilizate la fabricarea țevilor din oțel fără sudură, dau posibilitatea comparării acestor valori cu cele ale oțelurilor carbon echivalente din ASTM 333 și ASTM 334, în vederea obținerii concluziilor în ceea ce privește utilizarea acestor mărci de oțeluri la fabricarea țevilor destinate temperaturilor sub zero grade.

Pentru a se trece într-un timp relativ scurt (1–2 ani) la fabricarea țevilor din oțel fără sudură, care să acopere domeniul de necesități pentru temperaturi scăzute, este necesară elaborarea unui proiect de standard pentru țagle rotunde sau pătrate, în care să se includă mărci de oțeluri destinate a fi utilizate la temperaturi joase (de la 0 la —50°C). Acest standard trebuie corelat cu actualul proiect de standard de țevi, astfel ca intrarea în vigoare a acestor două standarde să fie foarte apropiată sau eventual la aceeași dată.

Condițiile tehnice de bază care duc la realizarea acestor sortimente de țevi sînt: garantarea energiei de rupere (rezilienței) la temperaturi scăzute; limitarea conținutului de cupru la max. 0,1%; limitarea carbonului la max. 0,23%; limitarea sulfului și fosforului la max. 0,04%; oțelurile utilizate trebuie să fie puternic calmate, iar dezoxidarea să se facă cu aluminiu; structura oțelului trebuie să fie foarte fină, fără segregații și lipsită de gaze; țevile trebuie tratate termic (normalizate sau normalizate și revenite, călite etc.).

BIBLIOGRAFIE

[1] *** ASTM – A 333.

[2] *** ASTM – A 334.

[3] *** Stahl – Eisen Werkstoffblatt, Ed. a II-a, ian. 1970.

[4] *** STAS 2883/2–70 ; STAS 500/2–68 ; STAS 8183–68.

[5] *** *Stadiul actual și tendințe de dezvoltare în producția de material tubular din oțel.* C.D.P.T., M.I.M., 1969.

Ing. V. Chirulescu, ing. N. Pomacu,
ing. C. Rădulescu, ing. N. Iatan și ing. C. Mitroi
Institutul de cercetări metalurgice — București

Contribuții privind calculul gorsimii crustei cilindrilor extraduri turnați prin procedeul duplex

CZ 621.771.07

Cilindrii de laminor utilizați pentru cajele laminoarelor metalurgice sînt în general piese compacte și nu prezintă dificultăți în ceea ce privește confecționarea formelor. Din punct de vedere al modului de participare nemijlocită la obținerea oțelului laminat, aceștia se împart în cilindri de lucru și cilindri de sprijin.

Pentru cilindrii de lucru utilizați la cajele finisoare ale laminoarelor de benzi și sîrmă, care au diametrele în zona tăbliei cuprinse între 250 și 310 mm, grosimea crustei, necesară a fi obținută prin procedeul duplex la cilindrul în stare brut turnată, trebuie să fie cuprinsă între 25 și 35 mm.

Obținerea acestei valori depinde, printre altele, de :

— diametrul cilindrului în zona tăbliei, deci, implicit, de cantitatea de fontă lichidă ;

— timpul de așteptare între terminarea turnării fontei primare și începutul turnării fontei secundare ;

— coeficientul de difuzibilitate termică al fontei lichide și al materialului formei ;

— temperatura de turnare a fontei ;

— temperatura la care are loc solidificarea fontei și intervalul de solidificare ;

— temperatura inițială a formei de turnare ;

— căldura specifică a fontei lichide și a materialelor formei ;

— căldura latentă de solidificare a fontei lichide ;

— suprafața de separare, fontă lichidă–formă.

Pentru calculul grosimii crustei extradure s-au luat în considerare două tipuri de cilindri, cu dimensiunile în zona tăbliei de Ø 310 × 600 și Ø 262 × 290, în care caz dimensiunile interioare ale cochiliei au fost de 320 × 620 mm, respectiv de Ø 275 × 300 mm.

La folosirea relațiilor de calcul s-au făcut următoarele aproximări :

— coeficientul de difuzibilitate este independent de temperatură ;

— s-a neglijat căldura cedată de fonta lichidă din zona tăbliei, către porțiunile formei fusului inferior și superior, luîndu-se în considerare numai căldura transmisă formei metalice în zona tăbliei ;

— s-a considerat durata de umplere a formei neglijabilă. Deci cantitatea de căldură cedată de fonta lichidă prin suprafața formei este :

$$Q = 1{,}128\, b_f\, (\theta_i - \theta_o)\, F \sqrt{t}\,, \text{ [1]} \qquad (1)$$

în care :

$b_f = \sqrt{\lambda_s\, C_s \gamma}$ — coeficientul de difuzibilitate termică a formei metalice,

unde :

λ_s este conductibilitatea termică a materialului formei, kcal/m²·h·°C ;

C_s — căldura specifică a materialului formei, kcal/kg·°C ;

γ_s — greutatea specifică a materialului formei, kg/m³ ;

θ_i — temperatura la interfața metal-formă, °C ;

θ_o — temperatura inițială a formei, °C ;

F — suprafața interioară a formei, m² ;

t — timpul, h.

Temperatura la interfață este dată de relația :

$$\theta_i = \frac{b_m}{b_m + b_f}\, \theta_t \qquad (1')$$

în care :

$$b_m = \sqrt{\lambda\, C_l\, \gamma_l}$$

unde : C_l este căldura specifică a fontei lichide, kcal/kg·°C ;

γ_l — greutatea specifică a fontei lichide, kg/m³ ;

θ_t — temperatura de turnare, °C.

În cursul solidificării, piesa cedează căldura de supraîncălzire și căldura latentă de topire a cărei valoare este dată de relația :

$$Q' = G\, [q + C_{pl}\, (\theta_t - \theta_s)], \qquad (2)$$

în care :

G este greutatea piesei, kg ;

q — căldura latentă de topire, kcal/kg ;

C_{pl} — căldura specifică a fontei lichide turnate, kcal/kg·°C ;

θ_t — temperatura de turnare, °C ;

θ_s — temperatura sfîrșitului solidificării, °C.

Egalînd relațiile (1) și (2), rezultă timpul de solidificare :

$$\sqrt{t} = \frac{G\, [q + C_{p_1}\, (\theta_t - \theta_s)]}{1{,}128\, b_f\, (\theta_i - \theta_o)\, F} \qquad (2')$$

și, ținînd seamă de faptul că $G = V\gamma$, se obține :

$$t = k_0 \left(\frac{V}{F}\right)^2, \qquad (3)$$

unde :

V este volumul piesei solidificate, m³;
F — suprafaţa piesei solidificate, m²;
t — timpul, h.

În relaţia (3) K_0 este :

$$K_0 = \left[\gamma \cdot \frac{q + C_{pl}\,(\theta_t - \theta_s)}{1{,}128\,(\theta_i - \theta_o)\,b_f}\right]^2 \qquad (4)$$

Considerînd valorile de mai jos, s-a calculat grosimea crustei obţinute la : 40, 60, 80, 100, 120, 140 s, comparîndu-se cu valorile obţinute real.

$\lambda_l = 15$ kcal/m · h · °C [2]

$C_{pl} = 0{,}23$ kcal/kg · °C [2]

$\gamma_l = 6\ 900$ kg/m³ [2]

$\gamma_{mf} = 7\ 200$ kg/m³ [2]

$C_{p_{mf}} = 0{,}131$ kcal/kg · °C [1]

$\lambda_{mf} = 32$ kcal/m · h · °C [2]

$q = 55$ kcal/kg [2]

$b_f = 174$ kcal/m² · h$^{1/2}$ · °C

$b_m = 158$ kcal/m² · h$^{1/2}$ · °C

Temperatura optimă iniţială a cochilei la începutul turnării este de 80 — 100°C. În cazul unor temperaturi mai joase se obţin înfăşurări pe suprafaţa tăbliei cilindrului, iar în cazul unor temperaturi mai ridicate se reduce capacitatea de acumulare termică a cochilei [1].

Pentru calculul volumului de metal lichid şi al suprafeţei formei se folosesc relaţiile :

$$V_l = \frac{\pi\, d^2}{4} \cdot h \qquad (5)$$

$$G_l = V_l\ \gamma_l \qquad (5')$$

unde :

d este diametrul interior al cochilei, m;
h — înălţimea cochilei, m;
γ_l — greutatea specifică a fontei lichide, kg/m³.

Suprafaţa interioară a formei este :

$$F = 2\pi\ R\ h \qquad (6)$$

unde :

R este raza cochilei, m.

Cu ajutorul relaţiilor de mai sus s-au calculat volumul fontei lichide, cuprins în cochilă, şi suprafaţa interioară a cochilei. Rezultatele obţinute sînt incluse în tabela 1.

Tabela 1

Dimensiunile tăbliei cilindrului, mm	Dimensiunile interioare ale cochilei, mm	Cantitatea de fontă lichidă, m³	Greutatea fontei lichide, kg	Suprafaţa interioară a cochilei F, m²
Ø 310 × 600	Ø 320 × 620	0,050	345	0,621
Ø 262 × 290	Ø 275 × 300	0,0235	162	0,266

În cadrul experimentărilor au fost turnaţi un număr de 12 cilindri, ∅ 310 × 600 mm, şi un număr de 12 cilindri, ∅ 262 × 290 mm, măsurîndu-se grosimea crustei cilindrului după un timp de aşteptare de 40, 60, 80, 100, 120 şi 140 s. Pentru fiecare timp de aşteptare menţionat s-au făcut cîte două experimentări.

În tabela 2 sînt incluse timpul de staţionare necesar pentru formarea crustei, precum şi

Tabela 2

Nr. cilindrului	Dimensiunile tăbliei cilindrului, mm		Dimensiunile interioare ale cochilei ∅×L, mm		Timpul de staţionare pentru formarea crustei s	Grosimea crustei calculate, mm		Grosimea crustei obţinute, mm	
	a	b	a	b		a	b	a	b
1					40	17	17,5	14	15
2					60	21	22,5	19	18
3					80	26	27,0	23	24
4					100	28,5	30	28	27
5					120	31	32,5	27	29
6	Ø 310×600	Ø 262×290	Ø 320×620	Ø 275×300	140	36	37,5	34	40
7					40	17	17,5	18	16
8					60	21	22,5	17	20
9					80	26	27	25	23
10					100	28,5	30	26	29
11					120	31	32,5	29	36
12					140	36	37,5	38	45

grosimea crustei calculate şi obţinute experimental (mm). În tabela 2 sînt notate cu litera *a* datele privitoare la cilindri Ø 310 × 600 mm şi cu litera *b*, datele privitoare la cilindri Ø 262 × × 290 mm. Temperatura iniţială a cochilei în cadrul experimentărilor a fost cuprinsă între 90 şi 110°C în ambele cazuri. Grosimea crustei a fost stabilită după secţionarea cilindrilor, analizîndu-se aspectul macrostructural al fontei şi măsurarea durităţii de-a lungul razei cilindrilor.

Din tabela 2 rezultă că relaţia (3) poate fi folosită cu succes pentru stabilirea grosimii crustei cilindrilor extraduri turnaţi duplex cu

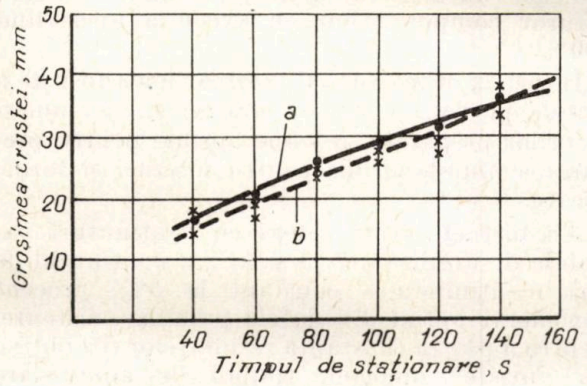


Fig. 1. Grosimea crustei calculată (*a*) şi reală (*b*), în funcţie de timp, pentru cilindri Ø310 × 600.

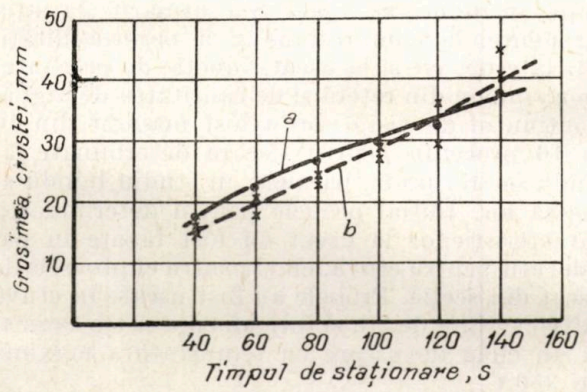


Fig. 2. Grosimea crustei calculată (*a*) şi reală (*b*) în funcţie de timp, pentru cilindri Ø 262 × 290 mm.

greutatea în stare turnată cuprinsă între 200 şi 1 500 kg/buc. Erorile pe care le dă relaţia (3) sînt de ± 20% faţă de valorile calculate.

În figura 1 este redată grosimea crustei calculată şi reală în funcţie de timp, pentru cilindri Ø 310 × 600 mm, iar în figura 2, grosimea crustei calculată şi reală, în funcţie de timp, pentru cilindri Ø 262 × 290 mm.

De menţionat este faptul că cilindrii care au avut un timp de staţionare sub 60 s au fost rebutaţi datorită apariţiei de crăpături longitudinale în zona tăbliei.

Din figura 1 se observă că în cazul cilindrilor Ø 310 × 600, grosimea crustei calculată este mai mică faţă de cea care rezultă din calcule. Acest fenomen are loc pînă la grosimi ale crustei de aproximativ 35 mm, după care grosimea crustei obţinută experimental este mai mare faţă de cea calculată.

Acelaşi fenomen se observă şi în cazul cilindrilor Ø 262 × 290 mm (fig. 2).

Pe baza rezultatelor incluse în tabela 2 şi a curbelor prezentate în figurile 1 şi 2 se pot trage următoarele concluzii :

— Din cadrul experimentărilor rezultă că relaţia (3) poate fi folosită pentru determinarea grosimii medii a crustei extradure. În realitate sînt diferenţe între grosimea crustei la partea inferioară şi superioară a tăbliei cilindrului în sensul apariţiei unei cruste cu grosime mai mare la partea superioară datorită, se pare, efectului de spălare a acesteia de către fonta secundară.

— Un timp de aşteptare mai mic de 60 s, pentru cilindri cu Ø 262 × 290, şi mai mic de 70 s, pentru cilindri Ø 310 × 600 mm, între terminarea turnării fontei primare şi începutul turnării fontei secundare, duce la obţinerea unei cruste de grosime mai mică de 15 mm.

BIBLIOGRAFIE

[1] Havlicek F. *Cinetica cîmpului de temperatură a lingotierei în timpul ciclului de lucru.* Sbornik Praci Vysoke Skoly Banske v Ostrave, nr. 5/1962, p. 481—495.

[2] Briscan D. *Bazele teoretice ale turnării.* Bucureşti, Editura didactică, 1966.

[3] Sofroni L. ş.a. *Stadiul actual al fabricării şi folosirii cilindrilor de laminoare din fontă.* Studiu C.D.P.T., 1967.

[4] Iatan N., Chirulescu V., Rădulescu C. şi Roşculeţ I. *Consideraţii privind influenţa principalelor elemente de aliere asupra durităţii fontelor destinate turnării cilindrilor cu crustă extradură.* Metalurgia, nr. 9, 1971.

Studiu asupra amestecurilor de formare pe bază de nisip Făget, folosite la turnarea pieselor din fontă pentru strunguri

Ing. M. Marghescu și ing. T. Popa
Uzina de strunguri — Arad

CZ 621.742.42 : 669.131.3 — 14

În cadrul acțiunii de îmbunătățire a calității pieselor turnate pentru strunguri, o atenție deosebită a fost acordată amestecurilor de formare.

Situîndu-se pe poziția actuală [1] față de folosirea amestecurilor sintetice, în turnătoria uzinei au fost preferate ca amestecuri clasice cele „sintetice" pe bază de nisip cuarțos Făget și argilă. Alegerea este normală avînd în vedere că nisipurile naturale semigrase prezintă neuniformitate din punct de vedere al conținutului de oxizi, componentă levigabilă și granulometrie, creînd dificultăți tehnologice în cazul preparării și formării mecanizate.

Studiul efectuat în mod sistematic pe baza unui mare număr de încercări, executate în laboratoarele uzinei, a avut drept scop să răspundă unor întrebări practice legate de obținerea unor amestecuri cu caracteristici tehnologice optime, cu costuri minime și productivități ridicate.

Pentru încercări au fost folosite nisip cuarțos și amestec recirculat, recoltate o singură dată și omogenizate prin amestecare. Analiza granulometrică după spălarea nisipurilor folosite a fost cea redată în figura 1. Componenta

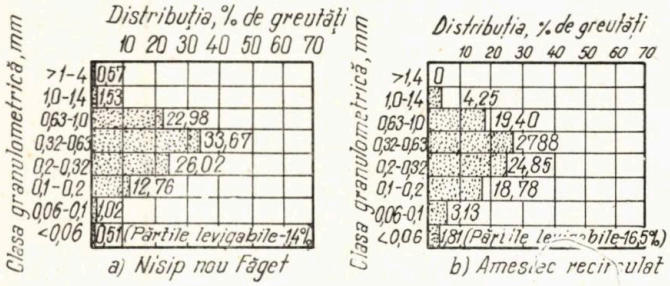


Fig. 1. Analiza granulometrică a nisipurilor după spălare: *a* — nisip Făget; *b* — amestec recirculat.

levigabilă determinată conform STAS 1934—64 a nisipului cuarțos a fost de 1,4%, iar a amestecului recirculat, de 16,5%. Pentru încercări a fost folosită argilă de Medgidia, întrebuințată în mod curent drept liant în cazul amestecurilor folosite pentru turnare în forme uscate. Nu s-au determinat granulația medie și gradul de uniformitate, conform STAS 1934—64 pentru că s-a considerat că nu sînt cele mai reprezentative, asupra interpretării lor existînd o serie de observații [2].

Determinările efectuate conform STAS 5608—66 cu argila de Medgidia au dat următoarele rezultate:

— compresiune la crud: 220 gf/cm²;
— compresiune la uscat: 1 400 gf/cm².

Toate încercările au fost făcute într-un amestecător de laborator tip Kollergang. Rețetele indicate au fost calculate gravimetric, suma tuturor componenților cu excepția apei fiind 100%.

În prima etapă scopul încercărilor a fost de a stabili, pe baza variației caracteristicilor amestecurilor preparate, rețetele optime pentru prepararea amestecurilor pentru miezuri și forme uscate.

Au fost efectuate rețete cu conținuturi variabile de argilă (5, 7, 9 și 11%), conținutul de apă menținîndu-se constant la 5%, procent considerat optim din datele practice existente. Pentru a păstra constanța rezultatelor și a obține un amestec omogen, timpul de amestecare pentru toate încercările din prima etapă a fost stabilit la 6 min, din care 3 min amestecare în stare prăfoasă a componenților și 3 min după introducerea apei. S-a urmărit variația rezistenței la compresiune și a permeabilității atît la crud, cît și la uscat, funcție de procentul de nisip nou din rețetă și de cantitatea de argilă. Conținutul de nisip nou a fost majorat din 10 în 10 procente pentru fiecare determinare făcîndu-se trei probe paralele, în studiu luîndu-se media lor. Inițial probele pentru determinarea caracteristicilor la uscat au fost făcute în paralel atît pentru etuvă, cît și pentru cuptoarele de uscat din secție. Probele au fost uscate în etuvă la 105°C timp de 2 h și într-un cuptor tip cameră la un ciclu de uscare cu temperatura maximă de 350°C.

Comparînd media rezultatelor obținute pe probele uscate în etuvă și în cuptor s-a stabilit o variație a rezultatelor de ± 10%, remarcîndu-se totuși o frecvență mai mare a rezultatelor inferioare pentru probele uscate în cuptor față de cele uscate în etuvă. Avîndu-se în vedere diferența de mai sus se poate spune că rezultatele obținute pe probele uscate în etuvă pot fi considerate suficiente pentru aprecierea comportării practice a amestecurilor în stare uscată.

Rezultatele obținute sînt redate în figura 2, pentru încercările la crud, și în figura 3, pentru încercările la uscat, pentru fiecare curbă indicîndu-se procentul de argilă cu care s-a lucrat. Se observă, în mod logic, pentru încercările la crud, o scădere a rezistenței la compresiune și

o creştere a permeabilităţii, funcţie de cantitatea de nisip nou din reţetă.

Considerîndu-se că avînd rezistenţa cuprinsă între 0,5 şi 0,75 daN/cm² şi permeabilităţi între 125 şi 200 unităţi la crud, amestecurile pot fi folosite pentru orice destinaţie, se observă că

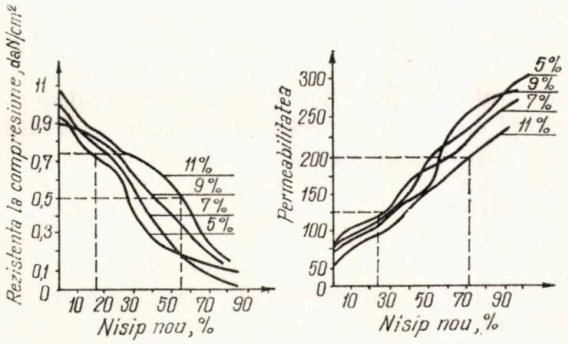


Fig. 2. Variaţia caracteristicilor amestecurilor de formare (în stare crudă) funcţie de cantitatea de argilă şi de nisip nou Făget.

pot fi utilizate reţete avînd 20—65% nisip nou, 5—11% argilă, restul amestec vechi. Amestecurile preparate cu peste 70% nisip nou nu au rezistenţă suficientă la crud pentru a putea fi folosite, fiind necesară creşterea cantităţii de argilă adăugată peste 11%.

Pentru starea uscată rezistenţele de 4,5—6 daN/cm² şi permeabilităţile de 200—350 unităţi sînt suficiente, rezultînd aceleaşi proporţii pentru componenţi ca şi în stare crudă.

Se poate aprecia că din punct de vedere tehnologic şi economic se poate folosi, funcţie de destinaţie, orice reţetă cuprinsă între următoarele limite: 20—65% nisip nou; 25—75% amestec recirculat; 5—11% argilă.

Se poate sublinia, de asemenea, că rezultatele cele mai bune s-au obţinut la un conţinut total de componentă levigabilă de 14—17%.

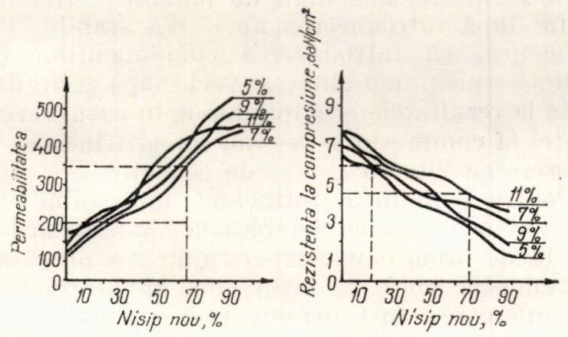


Fig. 3. Variaţia caracteristicilor amestecurilor de formare (după uscare) funcţie de conţinutul de argilă şi de nisip nou Făget.

Se observă că pentru a obţine rezultate bune, conţinutul optim de argilă totală este ridicat, lucru explicabil însă prin proprietăţile de liere destul de slabe ale argilei de Medgidia, în special pentru amestecurile în stare crudă.

Pentru stabilirea efectului conţinutului de apă din amestec a fost făcută o altă serie de încercări asupra a două amestecuri cu conţinuturi de apă cuprinse între 5 şi 8%. Au fost alese două reţete de amestecuri, notate cu *1* (20% nisip nou; 75% amestec recirculat; 5% argilă)

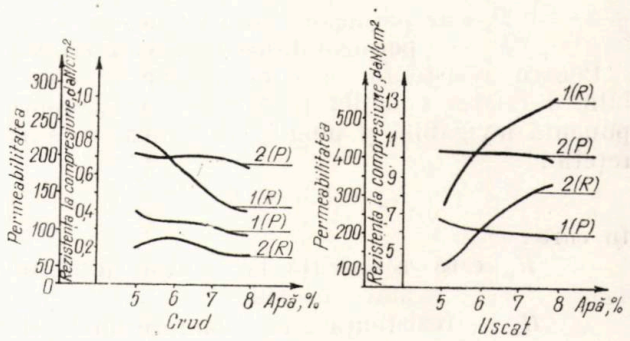


Fig. 4. Variaţia caracteristicilor amestecurilor de formare funcţie de conţinutul de apă:

1 — 20 % nisip nou Făget, 75% amestec recirculat, 5% argilă; *2*—85% nisip nou Făget, 15% argilă.

şi respectiv *2* (85% nisip nou şi 15% argilă) pe diagramele din figura 4. Amestecul *1* este folosit în mod curent, iar pentru amestecul *2* s-au făcut o serie de determinări pentru a se putea stabili posibilitatea folosirii în anumite situaţii a amestecurilor preparate numai din nisip nou şi argilă.

Rezistenţa la compresiune la crud a amestecului *1* scade evident cu creşterea conţinutului de apă, cu 50% de la 5 la 8% apă. În cazul amestecului *2* influenţa asupra rezistenţei la crud este minimă în sensul majorării ei, insuficientă pentru asigurarea folosirii imediat după preparare a amestecului. Asupra rezistenţei la uscat a amestecurilor studiate însă, creşterea conţinutului de apă are un puternic efect de majorare, confirmîndu-se adevărul ştiut că apa este cel mai bun şi ieftin material de adaos. Cu creşterea conţinutului de apă, permeabilitatea scade puţin, lucru evident ca urmare a reducerii spaţiilor intergranulare.

Avîndu-se în vedere timpul de la preparare la folosire, ciclurile de uscare, stabilitatea dimensională a formelor şi miezurilor, conţinutul optim de apă al amestecurilor folosite curent pentru forme uscate trebuie să fie de 4—6%.

Din necesitatea de a putea stabili într-un timp cît mai scurt posibil caracteristicile amestecurilor de formare, în special în stare uscată, s-a încercat stabilirea unei corelaţii între caracteristicile la crud şi la uscat. Astfel, prin prelucrarea statistică a rezultatelor obţinute s-au dedus formule empirice după care să se poată aprecia caracteristicile la uscat în funcţie de cele la crud. Pentru permeabilitate, la conţinutul de apă cuprins între 5 şi 8% şi componenta

levigabilă între 5 și 25%, s-a stabilit următoarea relație :

$$P_u = 1{,}85\ P_c,$$

în care :

P_u este permeabilitatea în stare uscată ;
P_c — permeabilitatea în stare crudă.

Pentru rezistența la compresiune s-a stabilit o relație valabilă pentru 14—18% componentă levigabilă și pînă la 70% nisip nou în rețetă :

$$R_u = 8{,}5\ C_a R_c,$$

în care :

R_u este rezistența la compresiune în stare uscată ;
R_c — rezistența la compresiune în stare crudă ;
C_a — coeficientul, funcție de conținutul de apă, conform diagramei din figura 5.

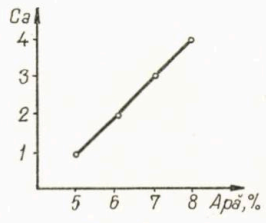


Fig. 5

În acest fel pentru amestecurile folosite în mod curent este suficientă cunoașterea caracteristicilor în stare crudă și a conținutului de apă pentru a se putea forma o imagine aproape completă asupra comportării lor la formare și turnare.

O altă serie de încercări a avut drept scop stabilirea timpului optim de amestecare și

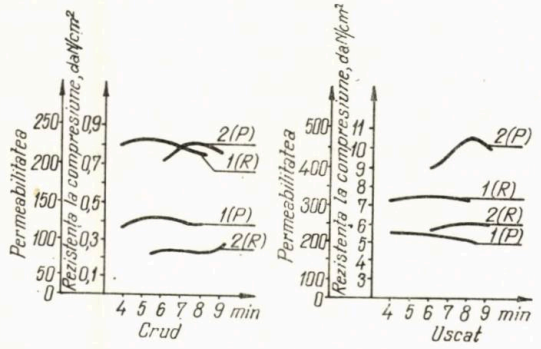


Fig. 6. Variația caracteristicilor amestecurilor de formare funcție de timpul de amestec al componenților : *1* — 20% nisip nou Făget ; 75% amestec recirculat, 5% argilă ; *2* — 85% nisip nou Făget, 15% argilă.

menținere a amestecului după preparare. Probele s-au făcut cu amestecul *1*, avînd 5% apă, și amestecul *2*, cu 6% apă, variind timpii de amestecare de la 4 la 9 min.

Din rezultatele obținute, indicate în figura 6, se poate trage concluzia că în cazul amestecurilor preparate, care au în rețetă amestec recirculat, există un timp optim minim de amestecare, funcție de tipul amestecătorului și de cantitatea de amestec — peste care nu trebuie să se treacă deoarece nu influențează caracteristicile amestecurilor dar reduce productivitatea instalației. De asemenea, mărirea timpului de amestecare, pentru amestecurile preparate numai din nisip și argilă, nu are influență sensibilă asupra caracteristicilor lor. Asupra acestui tip de amestec *2* s-au făcut determinări în funcție de timpul de menținere după preparare. Astfel, asupra amestecului păstrat în pungi de polietilenă, pentru a nu-și pierde umiditatea s-au făcut determinări la 12, 24 și 48 de ore după preparare. După 48 de ore rezistența la crud a amestecului nu a depășit 0,35 daN/cm², insuficientă pentru utilizarea lui la formare.

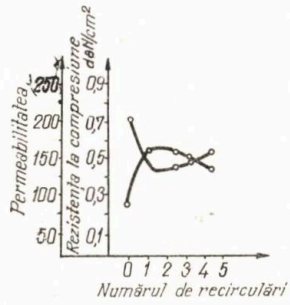


Fig. 7. Variația caracteristicilor amestecurilor de formare (la crud) funcție de numărul de recirculări.

Stabilirea ordinei și a momentului introducerii conponenților și a adaosurilor s-a făcut printr-o serie de încercări ; s-a stabilit astfel că din timpul total de amestecare, în cazul introducerii inițiale a tuturor componenților în stare prăfoasă, pentru a se obține cele mai bune rezultate, mai mult de jumătate trebuie să fie după introducerea apei. S-a stabilit, de asemenea, că introducerea componenților în ordinea : nisip nou amestec vechi, apă și argilă, duce la rezultatele cele mai bune, în cazul rezistenței la compresiune la crud înregistrîndu-se o creștere cu 20—25% față de celelalte.

Pentru stabilirea influenței numărului de recirculări asupra caracteristicilor amestecurilor s-a făcut următoarea experiență : s-a preparat un amestec cu 85% nisip nou, 15% argilă și 5% apă care a fost introdus la uscare o dată cu formele într-un ciclu normal de circa 9h, cu temperatura maximă de 400°C. Cu acest amestec s-a preparat, în continuare, un altul, folosindu-l în rețetă în proporție de 75%, diferența pînă la 100% completîndu-se cu nisip nou și argilă, adăugate în proporții calculate, astfel ca amestecul să aibă în final tot 15% argilă. Rezultatele acestor încercări sînt redate în diagrama din figura 7.

Se observă că rezistența la compresiune crește la valori acceptabile pentru practică încă de la prima recirculare, în continuare avînd tendința de scădere ușoară. Acest lucru este explicabil prin procesul de „colitizare" [3] care presupune formarea unui depozit pelicular în jurul granulelor de nisip — care contribuie la creșterea pînă la un moment dat a rezistenței la compresiune —, precum și prin reducerea capacității de liere a argilei prin calcinare la temperaturi în jur de 400°C.

Concluzii

Pentru obținerea unor amestecuri de formare cu caracteristici optime, din nisip cuarțos de Făget și argilă de Medgidia, este necesară reținerea următoarelor concluzii:

— conținutul total de componentă levigabilă trebuie să fie de 14—17%, iar conținutul optim de apă, de 4—6%;

— pentru amestecurile cu un conținut ridicat de amestec recirculat există un timp minim de amestecare care, depășit, nu influențează sensibil caracteristicile amestecului;

— menținerea amestecului pe bază de nisip nou și argilă după preparare nu influențează sensibil proprietățile sale;

— timpul de amestecare — în cazul introducerii inițiale a tuturor componenților — trebuie să fie mai mare după introducerea apei;

— introducerea componenților în ordinea: nisip nou amestec vechi, apă și argilă, duce la o creștere a rezistenței la compresiune la crud cu 20—25%.

BIBLIOGRAFIE

[1] *** *Noutăți privind amestecurile de formare în turnătoriile de fontă*. Sinteză documentară. Centrul de documentare și publicații tehnice, M.I.M., 1970.

[2] *** Wanyorek C. *Unele considerații privind analiza granulometrică a materialelor de formare*. Metalurgia nr.9, 1970, p. 582—583.

[3] *** Ștefănescu Cl. *Materiale și amestecuri de formare pentru turnătorii*. București, Editura tehnică, 1971.

Recurgeți la înaltul randament al tehnicii de tăiere cu plasmă

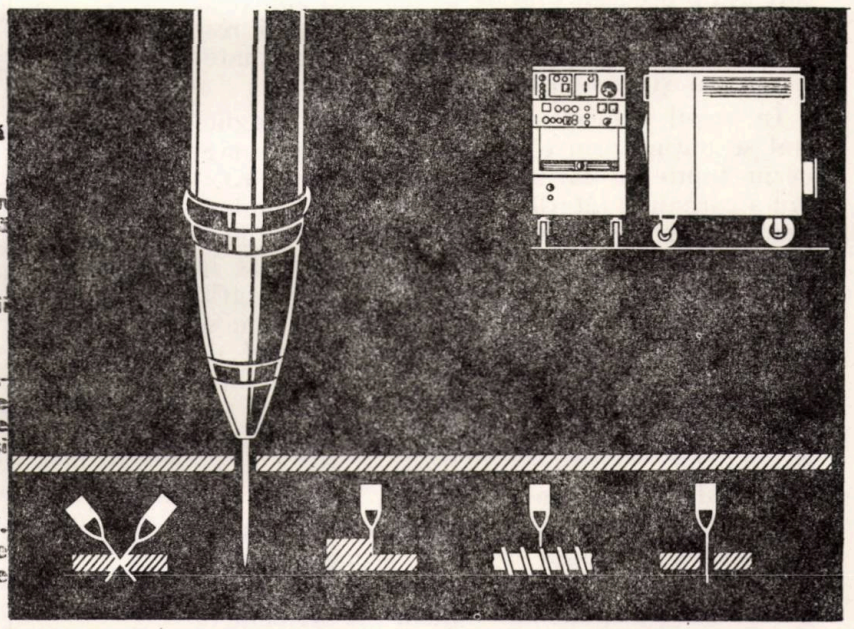
folosind pentru aceasta noua instalație de tăiere cu plasmă tip PA 20—2 fabricată de Finsterwalde,

care îngăduie utilizarea universală a arzătorului cu jet fin PB 20—3, ce poate funcționa cu diverse medii de plasmă cum ar fi argon-hidrogen, azot-hidrogen sau aer

și care asigură decuparea fără bavuri în cazul funcționării cu aer ca mediu purtător.

Instalația poate funcționa după dorință cu arzătorul mecanic PB 20—3 sau cu arzătorul mecanic PB 20—2 H la care puterea arcului cu plasmă în exploatare continuă este de 30 kW, asigurînd un randament ridicat la decupare și consumuri reduse de gaze și energie electrică.

Acestea sînt unele din multele avantaje ale noii instalații. Analizați prin urmare tehnicile de decupare folosite de dumneavoastră și informați-vă asupra instalațiilor noastre de tăiere cu plasmă.



MANSFELD

VEB MANSFELD KOMBINAT WILHELM PIECK
BETRIEB FÜR SCHWEISSTECHNIK FINSTERWALDE
DDR 798 FINSTERWALDE · DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

EXPORTEUR:

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT

VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN·ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Cei interesați sînt rugați să se adreseze la Biroul tehnic-comercial al întreprinderii de comerț exterior ELEKTROTECHNIK
Ambasada R.D.G. în R.S.România
Calea Dorobanților 14, București
Telefon: 31.69.30
Telex: 309

PUBLICOM

Procedeu și utilaje pentru elaborarea magneziului din materii prime indigene (dolomite)

Ing. Galia Gruder și ing. R. Slăvoacă
Institutul de proiectări și cercetări pentru industria metalelor neferoase și rare — București

CZ 669.721

Magneziul face parte din metalele a căror producție pe plan mondial a cunoscut o dezvoltare importantă într-un interval de timp relativ scurt.

În țara noastră, necesitatea creerii unei industrii de magneziu este strîns legată de dezvoltarea industriei de aluminiu, implicit de necesitatea producerii aliajelor de aluminiu-magneziu. Crearea unei producții proprii de magneziu va duce la eliminarea importului acestui metal și va permite o valorificare superioară a aluminiului atît pe piața internă, cît și la export.

Procedeele de obținere a magneziului folosite pe plan mondial. Magneziul se obține prin două procedee principale: electrolitic și termic. Fiecare din procedeele arătate își justifică aplicarea în funcție de condițiile specifice ale țării respective, din care rolul hotărîtor îl dețin materia primă și combustibilul tehnologic.

În cazul procedeului electrochimic magneziul se obține prin electroliza clorurii de magneziu topite în săruri alcaline (NaCl și KCl) sau a carnalitei ($MgCl_2$—KCl). Pe plan mondial, procedeul electrolitic este mai răspîndit (circa 80% din producția mondială), fiind aplicat în țările care dispun de resurse naturale de $MgCl_2$ sau $MgCl_2 \cdot KCl$, sau de materii prime care se pot clorura cu ușurință (magnezită, oxid de magneziu din apă de mare). Consumul de energie electrică pentru magneziu electrolitic variază între 16 000 și 20 000 kWh/t Mg de puritate 99,5—99,6%.

Procedeele termice se bazează pe obținerea magneziului metalic în stare solidă prin reducerea directă a unor materii prime naturale (dolomită sau magnezită), cu ajutorul unui reducător (în general — siliciu ca ferosiliciu sau un material cu conținut de carbon, de exemplu carbid). Dintre procedeele termice cel mai răspîndit este procedeul silicotermic, bazat pe reducerea dolomitelor calcinate (deci a unui material format din MgO și CaO) cu ferosiliciu (cu circa 75% Si).

După cum a rezultat din studiul preliminar, pentru condițiile existente în țara noastră apare ca fiind avantajos procedeul silicotermic, din următoarele motive principale:

— nu dispunem de materii prime naturale (cloruri de magneziu) utilizabile direct în electroliză și nici de o industrie de clorurare a altor compuși de magneziu;

— în R.S. România există rezerve mari de dolomită, de calitate superioară, precum și de combustibil tehnologic (gaz metan);

— o industrie bazată pe procedeul silicotermic se poate creea prin investiții mai mici și la capacități mai reduse. Pe plan mondial, unitățile în care se aplică procedeul silicotermic au capacități de 5 000—10 000 t Mg/an, în timp ce procedeul electrolitic devine rentabil numai în unități mari, cu o capacitate minimă de 20 000 t Mg/an;

— procedeul silicotermic permite obținerea unui produs finit mai pur decît procedeul electrolitic;

— tendința actuală pe plan mondial, în țările care nu dispun de materii prime proprii pentru electroliză, se axează pe dezvoltarea procedeelor termice (Japonia, Italia ș.a.).

Cercetările efectuate în cadrul I.M.N.R. au cuprins fazele de laborator și micropilot. Pe baza acestora s-a construit un cuptor pilot-prototip industrial, lucrările în această instalație fiind în curs de efectuare.

Bazele procedeului. Reacția de reducere silicotermică a dolomitelor se încadrează în categoria reacțiilor de reducere metalotermică a oxidului de magneziu, de tipul:

$$MgO + Me \rightleftarrows MeO + Mg_{(g)} \qquad (1)$$

Din procesul de reducere, magneziul rezultă în fază gazoasă, trecînd apoi prin răcire direct în fază solidă.

În cazul procesului silicotermic, aplicat la dolomite care constituie un amestec natural de carbonați de magneziu și calciu, se efectuează în prealabil descompunerea termică a carbonaților constituenți ai mineralului:

$$CaCO_3 \cdot MgCO_3 \longrightarrow CaO + MgO + 2\ CO_2 \qquad (2)$$

Amestecul de oxizi este supus reducerii termice cu siliciul conținut în ferosiliciu:

$$2\ MgO + 2\ CaO + Si \rightleftarrows 2\ CaO \cdot SiO_{2(s)} + 2Mg_{(g)} \qquad (3)$$

Din reacție rezultă magneziul sub formă de vapori și un reziduu solid, format în cea mai mare parte din silicat bicalcic. Reacția (3) fiind reversibilă, pentru a se putea realiza în sensul dorit (spre dreapta) este necesară efectuarea ei la temperaturi ridicate, concomitent

cu îndepărtarea rapidă a magneziului din zona de reacţie, în vederea separării de produsele rămase.

În practică, procesul de reducere se realizează la presiuni scăzute, ceea ce, pe de o parte, scade temperatura de lucru necesară procesului, iar, pe de altă parte, împiedică oxidarea magneziului, foarte activ în stare de vapori, cu oxigenul din aer. Vaporii de magneziu sînt condensaţi într-o zonă mai rece a spaţiului de reacţie, dînd depuneri compacte de magneziu metalic.

Pentru accelerarea reacţiei de reducere se recomandă introducerea în şarjă a unui accelerator de reacţie (fluorură de calciu). În felul acesta, pentru obţinerea magneziului din dolomite, prin procedeul silicotermic, sînt necesare următoarele materii prime : dolomită, ferosiliciu, fluorură de calciu.

Caracterizarea materiilor prime. R.S. România dispune de rezerve mari de dolomită, avînd asigurată integral materia primă principală pentru producţia magneziului metalic. Pentru cercetare s-au utilizat dolomite din trei zăcăminte diferite, constituind cele trei sorturi de materie primă din tabela 1.

În tabela 2 se dau normele indicate în literatură pentru sorturile superioare de dolomită folosite în procedeul silicotermic în comparaţie cu caracteristicile celor trei sorturi de dolomită arătate mai înainte.

Dolomitele din sorturile cercetate prezintă un grad de cristalizare ridicat, sînt de culoare cenuşie şi au o greutate specifică cuprinsă între 2,80 şi 2,84 g/cm³, încadrîndu-se şi prin aceste caracteristici printre sorturile superioare.

Drept reducător s-a folosit ferosiliciul, cu următoarea compoziţie chimică : 76,5% Si ; 18,89% Fe ; 0,158% Cr ; 1,55% Mn ; 1,17% S ; 0,153% P_2O_5.

Fluorura de calciu tehnică, CaF_2, provenită din măcinarea unui concentrat natural de fluorină, avea următoarea compoziţie chimică : 51,13% Ca ; 47,5% Fe.

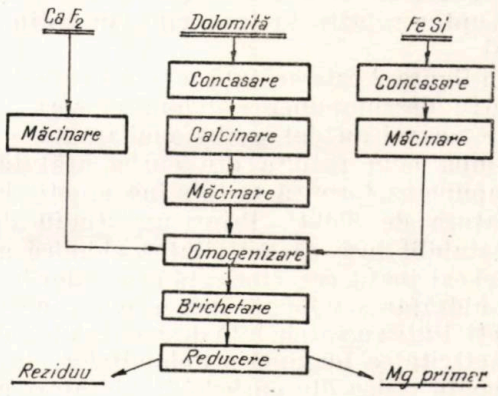


Fig. 1. Fluxul tehnologic pentru obţinerea magneziului metalic.

Fluxul tehnologic. Fluxul tehnologic elaborat cuprinde următoarele etape principale : pregătirea materiilor prime (inclusiv calcinarea dolomitei) ; omogenizarea şarjei ; brichetarea şarjei ; reducerea (fig. 1).

Tabela 1

	Analiza chimică, %							
	MgO	CaO	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Na	K	PC
Sort 1, proba A	21,55	29,15	0,87	0,96	0,14	0,23	0,04	46,5
proba B	19,43	31,28	0,85	0,25	0,21	0,12	0,04	46,8
Sort 2, proba A	19,90	31,53	0,22	0,80	0,16	0,04	0,02	47,0
proba B	18,30	32,52	0,62	0,23	0,23	0,05	0,02	47,1
Sort 3, proba A	20,27	31,38	0,29	0,48	0,08	0,06	0,04	46,0
proba B	21,39	30,24	0,30	0,10	0,12	0,09	0,04	46,5

Tabela 2

Caracteristicile	Norme (literatură)	Sort 1	Sort 2	Sort 3
Raport CaO : MgO, maxim, % greutate	1,54	1,36–1,61	1,58–1,78	1,56–1,43
R_2O_{3tot} (Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SiO_2), maxim, % greutate	2,5	1,29–1,97	1,08–1,179	0,516–0,848
Na_2O_{tot} (K_2O + Na_2O), maxim, % greutate	0,3	0,2 –0,35	0,07–0,09	0,13–0,16

Cercetările efectuate și utilajele folosite în proces. Etapa principală a procesului, reducerea, bazîndu-se pe o reacție în fază solidă, implică o finețe avansată a materialelor componente și o bună omogenizare a șarjelor.

Dolomita, sosită de la zăcămînt în bulgări cu diametrul mediu de 8—12 cm, s-a concasat pînă la o granulație de 1—2 cm și apoi s-a calcinat. Calcinarea s-a efectuat în cuptoare staționare în faza micropilot și se va efectua în cuptor rotativ în faza pilot prototip industrial.

În figura 2 este arătată o curbă caracteristică pentru descompunerea dolomitei sort 3 (celelalte sorturi au dat curbe similare).

După cum rezultă din curba arătată, descompunerea termică se termină practic la temperatura de 850°C. Printr-un studiu detaliat s-a stabilit însă că activitatea chimică a dolomitei calcinate, caracterizată prin valorile vitezei de hidratare, reflectă într-o mare măsură și reactivitatea acesteia față de agentul de reducere. Reactivitatea maximă a dolomitelor, după cum se poate vedea din curbele de hidratare arătate în figura 3, se atinge prin calcinarea materialului la o temperatură superioară celei de descompunere, respectiv la 950—1 000°C, timp de 2 h.

După calcinare, greutatea volumetrică a materialului scade de la 1,73 la 0,93 kg/dm³, materialul devenind friabil. Dolomita calcinată s-a măcinat în mori cu bile pînă la o granulație corespunzătoare unei treceri de minimum 95% prin sita de 0,315 mm. Ferosiliciul s-a concasat pe concasor cu fălci și apoi s-a măcinat în moară cu bile pînă la o granulație care asigură o trecere de 100% prin sita de 0,08 mm. Fluorura de calciu s-a măcinat în moara cu bile, pînă la o trecere de 100% prin sita de 0,1 mm.

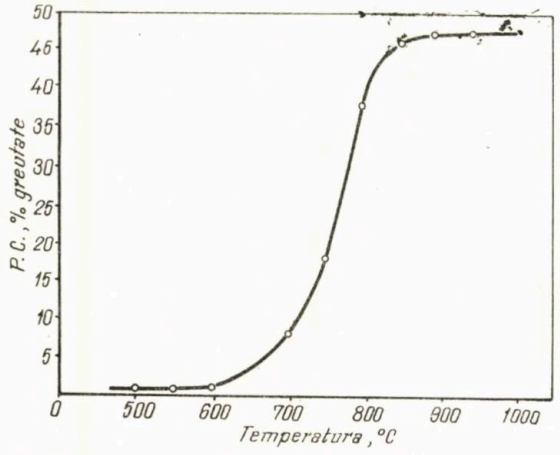


Fig. 2. Descompunerea termică a dolomitei.

Șarjele s-au calculat stoechiometric, pe baza reacției 3, cu un adaos de 1—2% CaF_2, stabilit experimental ca fiind optim. Pentru dolomita sort 3, cu care s-a efectuat majoritatea lucrărilor, șarjele au avut următoarea compoziție: 83,0 — 83,5% dolomită calcinată; 15,0—15,5% ferosiliciu; 1,0—2,0% fluorură de calciu.

Omogenizarea șarjelor uscate s-a făcut timp de 2 h în moară cu bile. Șarjele s-au păstrat în ambalaje din material plastic, pentru a preveni hidratarea componentelor higroscopice (CaO și MgO).

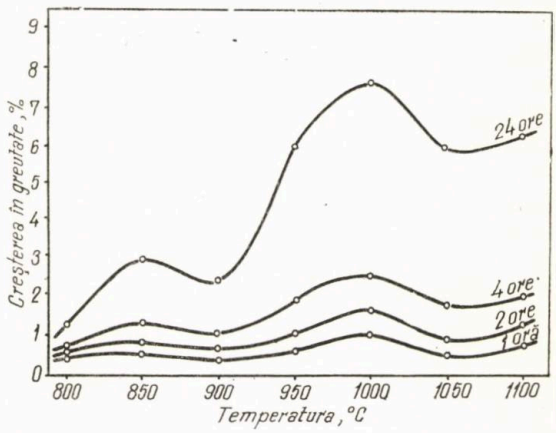


Fig. 3. Hidratarea dolomitei în atmosferă ambiantă.

În cazul procedeului aplicat, brichetarea șarjelor este necesară din următoarele motive: asigurarea unui contact intim între reactanți; asigurarea unei umpleri maxime a spațiului de lucru; atingerea unor randamente ridicate. S-a stabilit experimental că principalele caracteristici ale brichetelor variază aproape liniar cu forța de presare aplicată. Condițiile optime de presare și caracteristicile brichetelor rezultate au fost:

— presiunea de lucru, 1 tf/cm²;

— dimensiunile brichetelor, Ø 30 mm; h = = 30—40 mm;

— greutatea specifică reală, 2,70—2,75 g/cm³;

— greutatea specifică aparentă, 1,45—1,50 g/cm³;

— porozitatea, 43—46%;

— rezistența mecanică (fisurare), 110 kgf/cm²;

— rezistența mecanică (sfărîmare), 130 kgf/cm²;

— greutatea volumetrică a brichetelor în vrac, 0,75 kg/dm³.

În cercetările din fazele laborator și micropilot, brichetarea șarjelor s-a efectuat folosindu-se o presă hidraulică cu piston vertical, în matrițe cilindrice din oțel, cu piston. Fiecare brichetă presîndu-se individual, productivitatea utilajului era redusă. Pentru faza pilot-prototip industrial s-a proiectat și executat o instalație de matrițare cu funcționare continuă, adaptată la o presă hidraulică de 150 tf, care va asigura o producție de circa 60 kg brichete/h.

Procesul de reducere s-a efectuat în retorte din oțel refractar introduse într-un cuptor cu mufă din cărămidă refractară, încălzit cu gaz metan.

Partea frontală a retortei iese în afara cuptorului, fiind prevăzută cu o manta de răcire cu apă. În zona rece a retortei are loc condensarea magneziului metalic, care se depune pe o piesă cilindrică, concentrică cu retorta — colectorul de magneziu. Printr-un ştuţ frontal, retor-

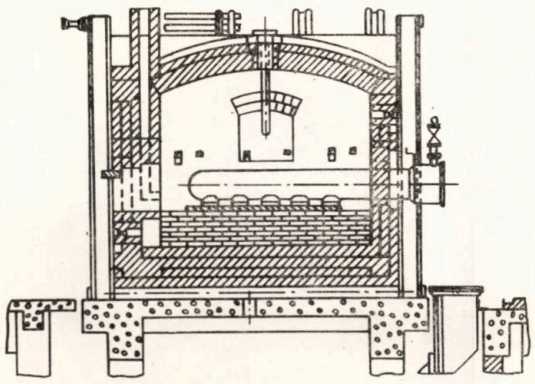


Fig. 4. Cuptorul pentru reducere.

tele se conectează la sistemul de vid. Vidul se asigură cu pompe rotative cu ulei. Cuptorul este arătat în figura 4.

Atît retortele pentru reducere, cît şi cuptorul utilizat în instalaţia micropilot, au reprezentat o reproducere la scară redusă a utilajelor industriale, descrise în literatura de specialitate. O comparaţie a gabaritelor retortelor utilizate în micropilot faţă de cele industriale este dată în tabela 3.

Cuptorul cu retorte pentru instalaţia pilot — prototip industrial constă dintr-un agregat care respectă dimensiunile cuptoarelor industriale, fiind prevăzut cu cinci retorte din oţel refractar, de dimensiunile arătate în tabela 3. Retortele din oţel refractar au fost executate prin turnare.

Tabela 3

Caracteristicile	Retortele micropilot	Retortele industriale
Lungimea, mm	1 500	2 800
Diametrul, mm	145	254
Volumul, dm^3	25	140
Producţia de Mg metalic, kg	2,5	14
Raport productivitate/volum, kg/dm^3	0,1	0,1
Raport volum retortă micropilot/industrial	1/5,5	
Raport producţie micropilot/industrial	1/5,5	

În instalaţia micropilot s-au prelucrat şarje cu greutatea pînă la 10 kg, corespunzătoare unei producţii de circa 1,75 kg Mg/şarjă (la un randament mediu de 86%).

Condiţiile optime de lucru, stabilite experimental, au fost:

— temperatura în zona de reacţie, 1 200—1 230°C;

— temperatura în zona de condensare, 475—550°C;

— presiunea de regim, $10^{-1} - 10^{-2}$ mmHg;

— durata procesului de reducere (la temperatura de reacţie), 1 h;

— durata totală a unui ciclu (încărcare, vidare, creştere temperatură, răcire, descărcare), 8 h.

Exemple de şarje efectuate în instalaţia micropilot sînt date în tabela 4.

Caracterizarea magneziului metalic obţinut. În condiţiile de lucru arătate, magneziul s-a condensat în dispozitivul de colectare sub forma unor depuneri cristaline dendritice, compacte, uneori parţial topite către interiorul retortei (fig. 5, 6, 7). Depunerile din toate şarjele efectuate, analizate chimic şi spectral, au avut o compoziţie chimică corespunzătoare normelor internaţionale (tabela 5).

Tabela 4

Compoziţia şarjei, %				Compoziţia zgurei, %				Randamentul, %		
MgO	CaO	Si	Fe	MgO	CaO	SiO_2	Fe_2O_3	Volatilizat Mg	Condensat Mg	Utilizat Si
32,7	49,73	11,40	2,85	2,94	60,97	29,57	5,57	93,0	87,5	93,0
32,7	49,73	11,40	2,85	4,30	58,90	29,50	6,00	89,6	86,0	89,0
32,7	49,73	11,40	2,85	3,80	59,06	30,21	5,21	91,0	88,2	91,0

Tabela 5

Norma	Mg	Al	Mn	Si	Cu	Fe	Ni	Zn
Standard internaţional Mg pentru aliaje	99,8	0,05	0,1	0,05	0,02	0,05	0,002	—
Standard britanic Mg pentru aliaje	99,8	0,02	0,05	0,03	0,005	0,04	0,002	0,030
Standard U.R.S.S. Mg pentru aliaje speciale	99,9	0,02	0,04	0,01	0,005	0,04	0,001	—
Mg primar I.M.N.R.	99,8—99,9	0,005—0,01	0,005—0,05	0,01—0,05	0,005—0,01	0,005—0,03	0,005—0,01	—

Concluzii

Experimentările efectuate în faza de laborator şi în instalaţia micropilot au arătat că dolomitele indigene constituie o materie primă valoroasă pentru obţinerea magneziului metalic. Pornind de la această materie primă, în fazele cercetate, s-au obţinut rezultate experimentale similare cu cele indicate în literatură şi consumuri specifice de acelaşi ordin de mărime (tabela 6).

Tabela 6

Materia primă	Mg I.M.N.R.		U.R.S.S.	Japonia
	Primar	Lingou		
Dolomită, t/t	10,2	11,2	11,5	12,0
Ferosiliciu, t/t	0,97	1,02	1,0	1,2
Fluorură de calciu, t/t	0,125	0,13	Nu se indică	

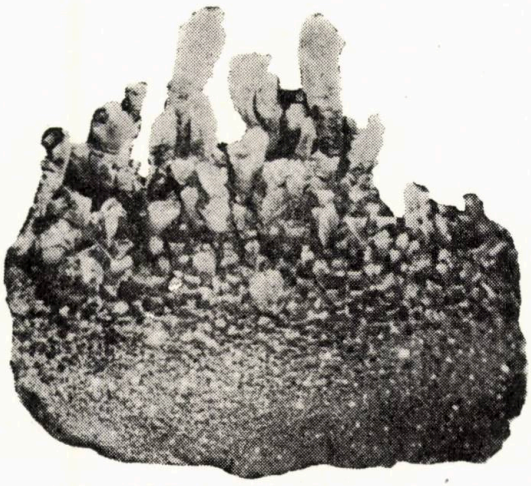


Fig. 5. Cristale dendritice de magneziu primar.

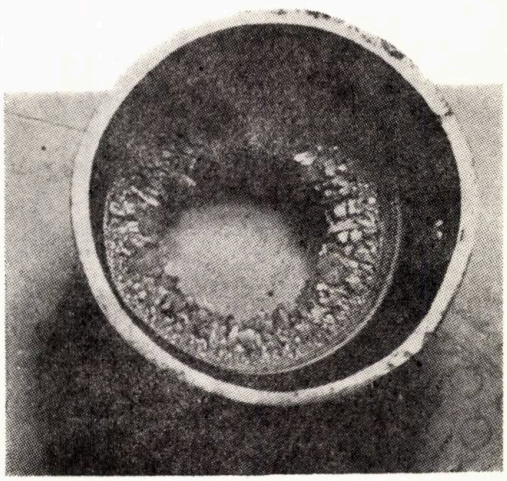


Fig. 6. Coroana de magneziu policristalin în colectorul de depunere.

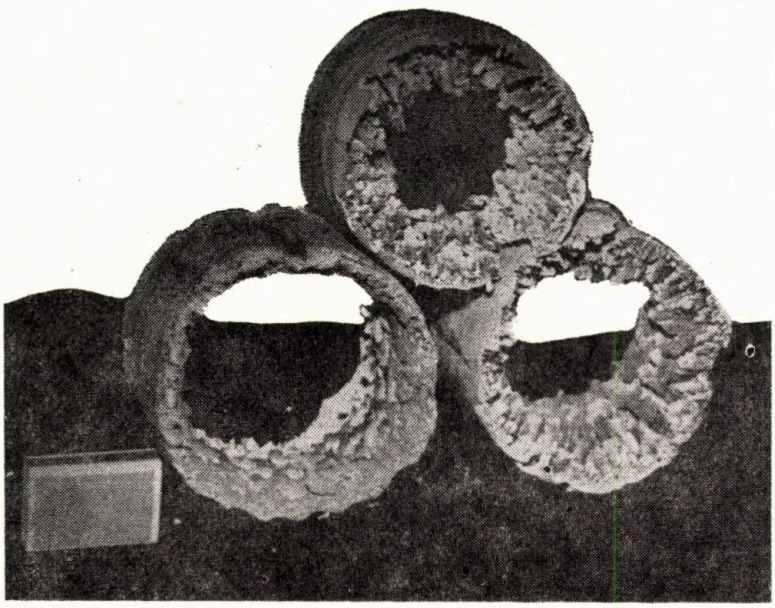


Fig. 7. Depuneri de magneziu policristalin scoase din colector.

Rezultatele obţinute au fost utilizate pentru proiectarea şi construcţia unei instalaţii pilot — prototip industrial — care s-a putut executa aproape integral cu materiale şi utilaje din ţară (cu excepţia agregatului de vid). Instalaţia menţionată are drept scop furnizarea datelor tehnico-economice necesare pentru creerea unei industrii proprii de Mg metalic.

Dr. ing. T. Segărceanu, ing. Elena Balaieș și chim. Elisabeta Cocoșco
Institutul de proiectări și cercetări pentru industria metalelor neferoase și rare — București

Unele aspecte teoretice și practice ale clorurării concentratelor zirconifere

CZ 622.349.43 : 542.944.1

Dezvoltarea impetuoasă a tehnicii moderne a generat creșterea consumului de metale rare Be, Ta, Nb, Zr, Ge etc., care pînă în prezent se obțineau în cantități foarte mici, mai mult experimental decît industrial. Aceasta a creat necesitatea de a elabora și de a însuși noi procedee de extracție care să asigure producția industrială a acestora la indici tehnico-economici ridicați.

Din acest punct de vedere clorurarea capătă o tot mai mare importanță ca procedeu ce se aplică cu succes în prelucrarea concentratelor de metale neferoase și rare, care sînt în majoritatea cazurilor concentrate complexe.

Avantajele acestui procedeu constau, pe de o parte, din însăși utilizarea clorului, agent deosebit de activ, ce reacționează practic cu toate mineralele iar, pe de altă parte, creează posibilitatea separării simple a mai multor elemente datorită tensiunii de vapori diferite a acestora (tabela 1), prelucrarea relativ ușoară a unor cloruri, precum și obținerea unor compuși clorurați ($ZrCl_4$, TCl_4 etc.) indispensabili în producerea metalului.

Proprietățile fizice ale unor cloruri [2], [4] sînt date în tabela 1, iar variația energiei libere la arderea carbonului [1], în tabela 2.

Tabela 1

Formula	Greutatea specifică	Temperatura, °C	
		topire	fierbere
$ZrCl_4$	2,803	437	sublimează la 331 (1 at)
$TiCl_4$	1,76	−23	135,7
$SiCl_4$	1,48	−70,4	57
$FeCl_3$	2,9	302	315
$FeCl_2$	2,99	674	1 023
$CaCl_2$	2,15	774	1 600
$MgCl_2$	2,32	712	1 418
$HfCl_4$	—	—	sublimează la 317 (1 at)
$AlCl_3$	—	—	180

Procesul de clorurare se bazează pe acțiunea clorului sau a altor agenți cloruranți (CCl_4, $COCl_2$ etc.) asupra oxizilor metalici sau a altor compuși oxidici, transformîndu-i în cloruri conform reacției generale:

$$MeO + Cl_2 \rightleftarrows MeCl_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \qquad (1)$$

Din punct de vedere termodinamic transformarea compusului oxidic în clorură este cu atît mai completă, cu cît variația energiei libere a reacției respective are o valoare negativă mai mare. Totuși și reacțiile a căror energie liberă este pozitivă pot avea loc substanțial, prin utilizarea unui agent reducător (C, CO, SO_2, Me, S etc.).

Tabela 2

Reacția	ΔF, cal	
	500°C	1 000°C
$C + 1/2\ O_2 = CO$	−43 100	−53 670
$1/2\ C + 1/2\ O_2 = 1/2\ CO_2$	−47 270	−47 340
$CO + 1/2\ O_2 = CO_2$	−51 430	−41 000

Influența pozitivă a carbonului asupra clorurării compușilor oxidici a preocupat pe mulți cercetători [1], [2], [3], [4], [5], care în urma studiilor efectuate au concluzionat că rolul cărbunelui constă în fixarea oxigenului, conform reacției (2), deplasînd astfel echilibrul reacției (1) spre dreapta

$$C + 1/2O_2 \rightleftarrows CO \qquad (2)$$

Reacția de clorurare a oxizilor în prezența carbonului poate fi considerată ca suma reacțiilor de clorurare a oxizilor fără carbon și a reacțiilor de ardere a carbonului cu formarea corespunzătoare a CO sau CO_2, ceea ce se poate reprezenta prin ecuațiile:

$$MeO + Cl_2 = MeCl_2 + 1/2O_2 \qquad (3)$$

$$C + 1/2O_2 = CO \qquad (4)$$

$$MeO + Cl_2 + C = MeCl_2 + CO \qquad (5)$$

sau:

$$MeO + Cl_2 = MeCl_2 + 1/2\ O_2 \qquad (6)$$

$$1/2C + 1/2O_2 = 1/2CO_2 \qquad (7)$$

$$MeO + Cl_2 + {}^{1}{}_{2}{}^{1} = MeCl_2 + 1/2\ CO_2 \qquad (8)$$

Întrucît alegerea carbonului este însoțită de reducerea considerabilă a energiei libere (tabela 2) rezultă că însumarea energiei libere a reacției de ardere a carbonului cu modificări pozitive mici ale energiei libere a reacției de clorurare a oxizilor fără carbon dă totdeauna o valoare negativă mare a variației energiei

libere a întregului proces. Compararea valorilor energiei libere a reacţiei de clorurare ale unor oxizi metalici cu şi fără carbon (tabela 3) pune în evidenţă influenţa pozitivă a carbonului în procesul respectiv. Astfel, în cazul clorurării oxidului de zirconiu în prezenţa carbonului se

Tabela 3

Reacţia	Δ *F*, cal/molCl_2	
	500°C	1000°C
$1/2\ ZrO_2 + Cl_2 = 1/2\ ZrCl_4 + 1/2\ O_2$	+19 751	+15 741
$1/2\ ZrO_2 + Cl_2 + C = 1/2\ ZrCl_4 + CO$	−23 557	−38 384
$1/2\ ZrO_2 + Cl_2 + 1/2\ C = 1/2\ ZrCl_4 + 1/2\ CO_2$	−27 682	−31 730
$1/2\ ZrO_2 + Cl_2 + CO = 1/2\ ZrCl_4 + CO_2$	−31 679	−25 259
$1/2\ TiO_2 + Cl_2 = 1/2\ TiCl_4 + 1/2\ O_2$	+19 000	+15 000
$1/2\ TiO_2 + Cl_2 + C = 1/2\ TiCl_4 + CO$	−24 100	+37 770
$1/2\ TiO_2 + Cl_2 + 1/2C = 1/2TiCl_4 + 1/2\ CO_2$	−28 270	−31 440
$1/2\ TiO_2 + Cl_2 + CO = 1/2\ TiCl_4 + CO_2$	−32 430	−25 100
$1/2\ SiO_2 + Cl_2 = 1/2\ SiCl_4 + 1/2\ O_2$	+24 300	+21 400
$1/2\ SiO_2 + Cl_2 + C = 1/2\ SiCl_4 + CO$	−17 600	−30 060
$1/2\ SiO_2 + Cl_2 + 1/2C = 1/2\ SiCl_4 + 1/2\ CO_2$	−21 900	−23 900
$1/2\ SiO_2 + Cl_2 + CO = 1/2\ SiCl_4 + CO_2$	−27 130	−19 600
$1/3\ Fe_2O_3 + Cl_2 = 2/3\ FeCl_3 + 1/2\ O_2$	+11 043	+37 280
$1/3\ Fe_2O_3 + Cl_2 + C = 2/3\ FeCl_3 + CO$	−32 067	−49 942
$1/3\ Fe_2O_3 + Cl_2 + 1/2\ C = 2/3\ FeCl_3 + CO_2$	−36 227	−43 612
$1/3\ Fe_2O_3 + Cl_2 + CO = 2/3\ FeCl_3 + CO_2$	−40 387	−37 272
$FeO + Cl_2 = FeCl_2 + 1/2\ O_2$	− 7 600	− 5 200
$FeO + Cl_2 + C = FeCl_2 + CO$	−50 700	−58 870
$FeO + Cl_2 + 1/2\ C = FeCl_2 + 1/2\ CO_2$	−54 870	−52 540
$FeO + Cl_2 + CO = FeCl_2 + CO_2$	−59 030	−46 200
$1/3\ Al_2O_3 + Cl_2 = 2/3\ AlCl_3 + 1/2\ O_2$	+27 800	−19 400
$1/3\ Al_2O_3 + Cl_2 + C = 2/3\ AlCl_3 + CO$	−15 800	−34 400
$1/3\ Al_2O_3 + Cl_2 + 1/2C = 2/3AlCl_3 + 1/2CO_2$	−23 960	−29 300
$1/3\ Al_2O_3 + Cl_2 + CO = 2/3\ AlCl_3 + CO_2$	−24 130	−21 600

observă că la temperatura de 500°C sînt posibile să aibă loc cu precădere reacţiile :

$$1/2\ ZrO_2 + Cl_2 + 1/2\ C = 1/2\ ZrCl_4 + 1/2CO_2 \quad (9)$$

$$1/2\ \ ZrO_2 + Cl_2 + CO = 1/2\ \ ZrCl_4 + CO_2 \quad (10)$$

în timp ce la temperatura de 1 000°C va predomina reacţia :

$$1/2ZrO_2 + Cl_2 + C = 1/2\ ZrCl_4 + CO \quad (11)$$

Din analiza datelor prezentate se desprind următoarele concluzii :

— oxizii cei mai refractari la acţiunea clorului sînt bioxidul de siliciu şi trioxidul de aluminiu.

— calculele termodinamice confirmă că carbonul şi oxidul de carbon favorizează, aşa cum s-a arătat anterior, clorurarea tuturor oxizilor metalelor ;

— funcţie de intervalul de temperatură în care are loc clorurarea, în procesul de clorurare se formează bioxid de carbon (temperatura < <700°C) sau oxid de carbon (temperatura > 700°C) ceea ce este în deplină concordanţă cu datele termodinamice ale sistemului C—O.

După Vasilenko şi alţii [6], [7], temperatura optimă de clorurare a bioxidului de zirconiu în amestec cu cărbunele este de 700°C.

În ceea ce priveşte clorurarea silicatului natural de zirconiu cu clor gazos în prezenţă de cărbune, deşi datele termodinamice şi cinetice de desfăşurare a procesului lipsesc, totuşi practic se constată că indicaţiile obţinute la clorurarea bioxidului pot fi aplicate cu succes şi la clorurarea silicatului de zirconiu [8], [9], [10], [11], [12].

Se ştie că în absenţă de reducător, clorul nu reacţionează cu silicatul de zirconiu, însă în amestec cu cărbune clorurarea silicatului are loc după reacţia :

$$ZrSiO_{4(s)} + 4C_{(s)} + 4\ Cl_{2(g)} = ZrCl_{4(g)} + SiCl_{4(g)} + 4CO_{(g)} \quad (12)$$

Temperatura la care practic are loc clorurarea silicatului de zirconiu este mai ridicată decît în cazul bioxidului de zirconiu şi este cuprinsă între 800 şi 1 000°C [8].

Tetraclorura de zirconiu (p.f. 331°C) părăseşte sistemul o dată cu gazele rezultate şi excesul de clor şi se depune în sistemul de condensare încălzit la 150—200°C, care realizează şi separarea acesteia de tetraclorura de siliciu (p.f. 57°C).

Partea experimentală. În încercările efectuate de clorurare a concentratului zirconifer cu clor gazos, în prezenţă de cărbune, s-a lucrat cu un concentrat cu o granulaţie de −0,06 mm şi cu următoarea analiză chimică :

64,0% ZrO_2 ; 32% SiO_2 ; 0,8% TiO_2 ; 1,3% Fe_2O_3 ; 1,2% Al_2O_3 ; 0,4% CaO ; 0,3% MgO.

Carbonul necesar procesului de clorurare a fost constituit din cocs de petrol măcinat (− 0,07 mm) şi din smoală tip B care a servit şi ca liant la brichetare.

Elementele conţinute în concentratul zirconifer ca impurităţi reacţionează cu clorul în procesul de clorurare după reacţiile :

$$TiO_2 + 2C + 2Cl_2 = TiCl_4 + 2\ CO \quad (13)$$

$$Fe_2O_3 + 3C + 3Cl_2 = 2FeCl_3 + 3\ CO \quad (14)$$

$$FeO + C + Cl_2 = FeCl_2 + CO \quad (15)$$

$$Al_2O_3 + 3C + Cl_2 = 2\,AlCl_3 + 3\,CO \quad (16)$$

$$SiO_2 + 2C + 2Cl_2 = SiCl_4 + 2\,CO \quad (17)$$

$$CaO + C + Cl_2 = CaCl_2 + CO \quad (18)$$

$$MgO + C + Cl_2 = MgCl_2 + CO \quad (19)$$

Clorurile rezultate din reacţiile (15), (18) şi (19) rămîn în reziduu deoarece sînt nevolatile la temperatura de clorurare; toate celelalte cloruri părăsesc sistemul de clorurare pe măsura formării lor.

Separarea clorurilor ce au tensiuni de vapori mai puţin apropiate (tabela 1) se poate realiza o dată cu evacuarea lor, prin condensarea fracţionată a acestora la diferite temperaturi.

Modul de lucru şi aparatura utilizată. Concentratul zirconifer şi cocsul de petrol s-au omogenizat într-o moară cu bile din porţelan timp de 2 h, după care s-au amestecat cu smoală topită (80 — 90°C) şi s-au brichetat la cald cu o presă manuală de laborator.

Brichetele obţinute, cu un diametru de 10 mm şi înălţimea de 10 — 15 mm, au fost apoi cocsificate.

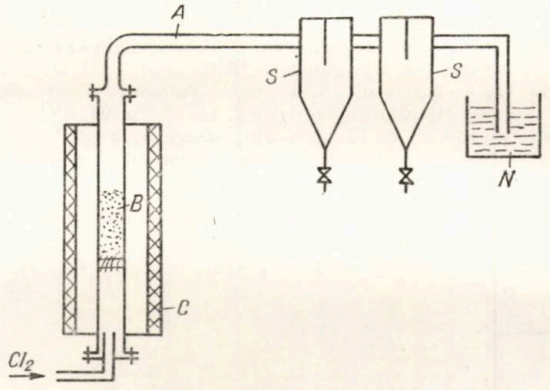


Fig. 1. Instalaţie de clorurare :
C — cuptor : *A* — alonjă ; *S* — sistem condensare ; *N* — vas neutralizare cu soluţie 10% NaOH ; *P* — pirită grafit ; *B* — sarjă brichete.

Cocsificarea brichetelor s-a realizat în atmosferă reducătoare (CH_4) sau inertă la 800°C, timp de 2 h, într-o instalaţie de cocsificare special amenajată din oţel inoxidabil. Debitul de CH_4 a fost de 20 l/h.

Clorurarea brichetelor cocsificate s-a realizat într-o instalaţie de clorurare (fig. 1), ce constă dintr-un cuptor vertical de clorurare şi un sistem de condensare a clorurilor formate.

Controlul temperaturii s-a realizat cu un termocuplu Pt-Pt Rh, montat în regiunea şarjei.

Brichetele au fost menţinute în zona temperaturii optime cu o placă perforată din grafit. Clorul s-a introdus în clorurator pe la partea inferioară a acestuia.

Cloruratorul s-a prevăzut la partea superioară cu o alonje din oţel inoxidabil încălzit la ~450°C, ce a dirijat către sistemul de condensare produsele reacţiei.

Sistemul de condensare se compune din două condensatoare din oţel inoxidabil încălzite, primul la ~ 200°C şi al doilea la 100—150°C unde condensează practic toată tetraclorura de zirconiu şi un vas de sticlă Jena ce conţine

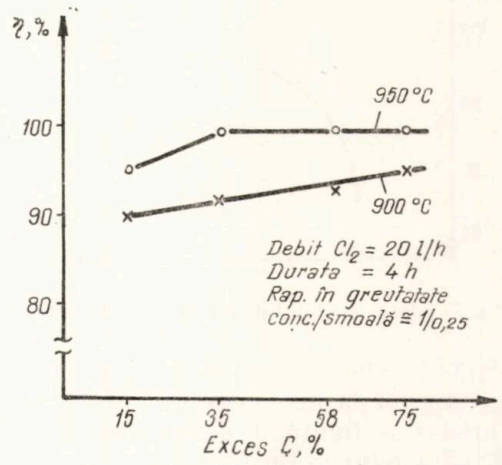


Fig. 2. Variaţia gradului de clorurare în funcţie de excesul de carbon.

hidroxid de sodiu 10% unde se reţine tetraclorura de siliciu.

Aerul din instalaţia de clorurare s-a purjat cu azot înainte de începerea clorurării.

Încercările de clorurare s-au efectuat pe şarje de brichete ce conţineau 100 g concentrat zirconifer, cu un debit de clor de 20 l/h.

Controlul asupra eficienţei procesului de clorurare s-a făcut prin determinarea în reziduu a ZrO_2, operaţie efectuată de către secţia de analize a I.M.N.R.

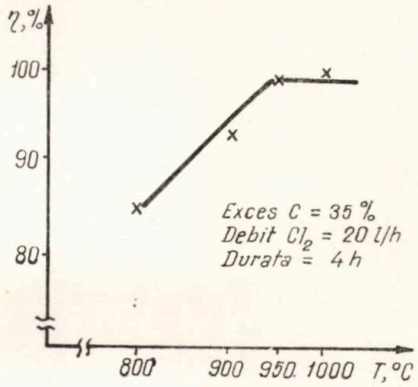


Fig. 3. Variaţia gradului de clorurare în funcţie de temperatură.

Rezultate obţinute. Încercările de clorurare directă a concentratului zirconifer cu clor gazos, în prezenţă de cărbune, s-au efectuat pe brichete cocsificate şi s-a urmărit stabilirea gradu-

lui optim de clorurare prin variaţia următorilor parametri: excesul de carbon, temperatura, durata.

Din alura curbelor din figura 2 se observă că în condiţiile date, un grad de clorurare de 95% se realizează la 900°C la un exces de carbon de 75%, iar la 950°C, la un exces de numai 15%. De asemenea, se observă că la temperatura

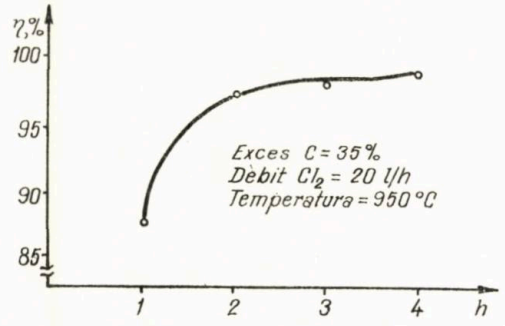


Fig. 4. Variaţia gradului de clorurare în funcţie de durată

de 950°C, clorurarea maximă a zirconiului, 99%, are loc la un exces de carbon de 35%.

Curba din figura 3 demonstrează influenţa pozitivă a temperaturii asupra gradului de clorurare şi anume, creşterea temperaturii de la 800°C la 900°C şi 1 000°C duce la creşterea gradului de clorurare de la 85 la 99%.

Astfel se poate spune că temperatura optimă de clorurare, în condiţiile date, este de 950°C.

În figura 4 este prezentată curba variaţiei gradului de clorurare în funcţie de durată, de unde reiese că un grad avansat de clorurare, 97%, se obţine la o durată de 2 h.

Din cele expuse se observă că clorurarea concentratului zirconifer cu clor gazos în prezenţă de cărbune depinde de următorii factori: granulaţia concentratului; excesul de carbon, temperatura, durata.

Tetraclorura de zirconiu obţinută în condiţii optime stabilite are o densitate cuprinsă între 0,28 şi 0,8 g/cm³, la un randament de recuperare de 97%.

În condiţiile de lucru existente la I.M.N.R. s-a obţinut de asemenea un grad avansat de clorurare a siliciului, 80—85%, deoarece bioxidul de siliciu prezent în şarja supusă clorurării se formează prin descompunerea $ZrO_2 \cdot SiO_2$ şi este deci mai activ decît cuarţul bioxidul de siliciu natural.

BIBLIOGRAFIE

[1] Zverev L. V. ş.a. *Mineralnoe strio*, nr. 13, 1966, p. 42.
[2] Pascal P. *Nou tratat de chimie minerală*. Vol. 9, Paris, 1963.
[3] * * * *Bazele metalurgiei*. Vol. IV, Moscova, 1967.
[4] Meerson şi Zelikman. *Metalurgia metalelor rare*. Moscova.
[5] Lustman B. *Metalurgia zirconiului*. Moscova, 1955.
[6] Vasilenko B. D. ş.a. Sb. Naucinîie Trudov, nr. 27. *Metallurghia i tehnologhia tvetnîi metallov geologhia i gornoe telo*. Metallurghizdat, 1957, p. 119.
[7] Arne Landsberg ş.a. Metalurgical Transactions, vol. 3, feb. 1972, p. 517.
[8] * * * *Problema deorirovania v oblasti redkih i raseanih elementov*. Metallurghizdat, 1940.
[9] Berengard A. S. ş.a. *Naucinie Trudi Ghiredmeta*. Metallurghizdat, 1962, vol. V, p. 94.
[10] Miller G. L. *Zirconiu*. Moscova, 1955.
[11] Berengard A. S. ş.a. *Naucinie Trudi Ghiredmeta*. Metallurghia, 1964, vol. 13, p. 77.
[12] Sumeico A. S. ş.a. Ţvetnie metalli, nr. 4, 1968, p. 72.
[13] Ceriakov G. L. Ţvetnie metalli, nr. 2, 1971, p. 58.

Ing. C. Georgescu, ing. Angela Triandaf, ing. F. Olaru, ing. V. Ţibea şi ing. Al. Ioaniţescu
Institutul de proiectări şi cercetări pentru industria metalelor neferoase şi rare — Bucureşti

Studii şi experimentări privind valorificarea plumbului şi zincului la topirea în suspensie a concentratelor cuproase

CZ 622.343 : 621.745

Prin intrarea în funcţiune a instalaţiei de topire în suspensie a concentratelor cuproase de la U.M.M.N. — Baia Mare, prevăzută cu instalaţii moderne de desprăfuire, capabile să recupereze toate elementele utile conţinute în gazele tehnologice, sub formă de prafuri volatile, s-au creat condiţii pentru valorificarea complexă a materiei prime miniere din metalurgia cuprului. Prin recircuitarea actuală a prafurilor volatile în instalaţie metalele conţinute se pierd în zgura de haldă. Pentru găsirea unei tehnologii raţionale de prelucrare separată a acestor prafuri în vederea recuperării metalelor conţinute, I.M.N.R. a efectuat o serie de cercetări încununate de succes. După rezolvarea acestei probleme s-a căutat ca, prin noi cercetări, să se mărească gradul de volatilizare al plumbului şi zincului conţinut în şarja ce se prelucra pe instalaţia de topire în suspensie, acesta fiind, în condiţiile instalaţiei, de numai 35% la plumb şi 26% la zinc. Lucrarea de faţă sintetizează rezultatele obţinute în aceste cercetări.

Pentru experimentări s-a folosit o instalaţie pilot de topire în suspensie cu o capacitate de 1—1,5 t/24 h (fig. 1).

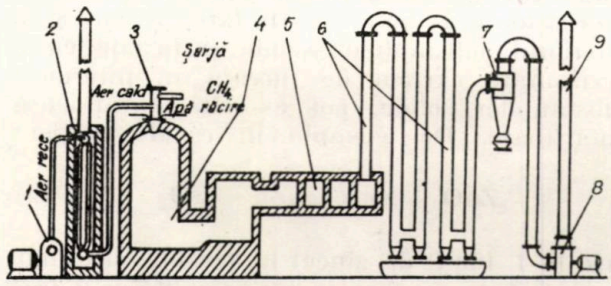


Fig. 1. Instalaţia pilot de topire în suspensie :
1 — suflantă de aer ; *2* — preîncălzitor de aer ; *3* — arzător special ; *4* — cuptor de topire în suspensie ; *5* — camere de desprăfuire ; *6* — răcitori tubulari ; *7* — ciclon ; *8* — exhaustor.

Sistemul de alimentare cu şarje este compus dintr-un motor electric cuplat cu un schimbător de viteză cu patru trepte, un reductor 1/30, un alimentator cu melc şi arzătorul pentru gaz metan şi concentrate sulfuroase. Tot sistemul este montat la partea superioară a turnului de reacţie.

Modul de lucru. Înainte de începerea experimentării se realizează încălzirea cuptorului pînă la 1 300 — 1 350°C cu arzătoarele de gaz metan din turn şi din vatră, folosind aer preîncălzit. După ce se realizează o temperatură de 1 300 — 1 350°C în turnul de reacţie şi temperatura aerului atinge 450—500°C, se începe alimentarea cu şarjă. Şarja, după sitare şi omogenizare, se introduce în cuptor pe la partea superioară a turnului de reacţie folosind sistemul de alimentare. Prin arderea sulfului din şarje se produce o creştere a temperaturii cu 100—150°C, ajungînd, deci, la o temperatură de 1 450 — 1 500°C în turnul de reacţie. Materialul topit, colectat în vatra cuptorului (mată + zgură) s-a evacuat la intervale de 6—8 h, în oale de tablă de 15 mm, unde se făcea decantarea. După răcire se separă mata de zgură şi se iau probe pentru analiza chimică.

Lucrări experimentale. În scopul găsirii condiţiilor optime pentru mărirea volatilizării zincului şi plumbului la topirea în suspensie a concentratelor cuproase, s-a considerat necesar că cercetarea, ce urma să fie abordată pe instalaţia pilot, trebuia să răspundă la următoarele :

— dacă topirea pentru mată are loc în condiţii bune, ce influenţă prezintă înălţarea turnului de reacţie asupra volatilizării plumbului şi zincului ?

— în condiţiile de productivitate a instalaţiei industriale se pot realiza volatilizări maxime ale zincului şi plumbului sau, în vederea acestui lucru, productivitatea va trebui modificată ?

— modificarea regimului gazo-dinamic al turnului de reacţie, prin folosirea unui nou tip de arzător, are influenţă asupra gradului de volatilizare ?

— conţinutul de cupru din mată cu care lucrează instalaţia industrială favorizează volatilizarea maximă a zincului şi plumbului ?

— care este temperatura optimă ce trebuie realizată în turnul de reacţie ?

Pentru a răspunde acestor întrebări, lucrările experimentale s-au desfăşurat în opt campanii, diferite prin condiţiile în care au avut loc. Trebuie remarcat faptul că la toate campaniile de cercetare s-a folosit acelaşi arzător de concentrare şi anume un arzător modificat faţă de cel de la instalaţia industrială. Arzătorul de concentrate de la instalaţia pilot este constituit din mai multe tuburi concentrice prin care aerul, şarja şi gazul metan se alimentează separat pînă în cuva de reacţie. În vederea studierii influenţei măririi înălţimii turnului de reacţie asupra gradului de volatilizare a zincului şi plumbului s-au efectuat campaniile 3, 4 şi 5

în care înălțimea turnului de reacție, față de raportul înălțime pe diametru la instalația industrială, a fost mărită cu 50%, și campaniile 2, 6 și 7 la care raportul înălțime pe diametru a fost apropiat de cel al instalației industriale. Pentru influența productivității cuptorului, raportată în t/m³ turn și 24 h asupra gradului de volatilizare al zincului și plumbului s-au luat în considerare campaniile 2, 6 și 7, desfășurate în condițiile ce rezultă din tabela 1. În ceea ce privește influența conținutului de cupru din mată asupra volatilizării plumbului și zincului s-a luat în considerare campania a 8-a (efectuată în condiții apropiate de cele industriale) în comparație cu celelalte campanii.

Analizînd rezultatele obținute în cele 8 campanii, rezultate evidențiate în tabela 1, se pot trage următoarele concluzii:

— O dată cu înălțarea turnului de reacție, păstrînd diametrul constant (deci cu mărirea raportului înălțime/diametru) se observă o ușoară scădere a randamentului de volatilizare la zinc și plumb: de la 78 la 70%, pentru zinc, și de la 83 la 80%, pentru plumb.

— Prin mărirea productivității cuptorului de la 5,2 la 6,12 t/m³ · 24 h, randamentele de volatilizare ale plumbului și zincului au variat între 80 și 87 % pentru plumb, respectiv 75 și 86% pentru zinc și, deci, pentru a obține rezultate bune nu este necesară micșorarea productivității instalației industriale (lucru care de fapt nu s-ar putea realiza nici din considerente de ordin economic).

— În ceea ce privește influența modificării regimului gazo-dinamic al turnului de reacție, prin folosirea noului tip de arzător, se observă că de la prima la a 8-a încercare, indiferent de condițiile în care a funcționat cuptorul, volatilizarea plumbului și zincului a fost cu mult superioară celei obținute în instalația industrială.

— Campania nr. 8 a arătat că, spre deosebire de celelalte campanii, unde se lucra cu o mată de 35—40% Cu, în cazul în care conținutul de cupru atinge valori mari (50—55%), rezultatele volatilizării plumbului și ale zincului nu sînt cele mai bune, dar ating cifra de 70% și, deci, sînt cu mult superioare celor obținute în situația actuală în instalația industrială.

Încercînd fundamentarea teoretică a rezultatelor obținute se observă că zincul în atmosferă oxidantă nu se poate volatiliza în mod activ, în timp ce plumbul este mult mai volatil, deoarece PbO este mai volatil decît ZnO, în timp ce în atmosferă reducătoare fenomenul se manifestă invers, plumbul fiind mai puțin volatil decît zincul. Presiunea de vapori a oxidului de plumb atinge 760 mm Hg la 1 500°C, iar a oxidului de zinc, la circa 1 900°C. Sulfura de zinc are o presiune de vapori destul de scăzută, ajungînd la circa 1 700°C la 135,5 mm Hg, singurul volatil fiind zincul metalic. Este, deci, foarte importantă obținerea unei temperaturi ridicate în flacăra arzătorului de concentrat, prin intensificarea desfășurării reacțiilor exoterme, deplasîndu-le în domeniul de difuzie, în care regimul gazo-dinamic al flăcării este de o deosebită importanță. La temperaturi înalte procesul de oxidare decurge cu viteze mari (centrele active devin preponderente), viteza procesului fiind viteza de difuzie:

$$V_{dif} = \delta \cdot S \frac{d_c}{d_x},$$

unde:

δ este coeficientul de difuzie;

S — aria suprafeței de concentrație joasă;

$\frac{d_c}{d_x}$ — gradientul concentrației.

În procesele chimice sînt importante, mai ales, legile și condițiile aero- și hidrodinamice care determină procesele de transfer de căldură și de masă, precum și măsura în care are loc dispersarea materialelor, ceea ce determină și modul de executare a aparatului de reacție. Prin aceasta se înțelege, în primul rînd, aducerea rapidă, uniformă și în cantități suficiente a unor reactivi gazoși în contact cu produsele solide sau lichide și evacuarea, în aceleași condiții, a produselor de reacție. În special pentru transferul de masă, fenomenele de difuzie în faza gazoasă, la limita dintre faze, precum și în interiorul substanțelor solide și lichide cu o desfășurare extrem de înceată în interiorul substanțelor solide, pot exercita o influență hotărîtoare. De exemplu în cazul reacției:

$$_2ZnO + ZnS = {}_3Zn + SO_2 \qquad (2)$$

care la 1 400°C dă zincul la 4 atm, este mult accelerată, în cazul respectării condițiilor hidrodinamice enunțate mai sus, presiunea parțială a SO_2 fiind mult sub presiunea de echilibru. Este un lucru cunoscut că, o dată cu mărirea vitezei gazului în jurul particulei solide (deci a diferenței de viteză dintre particulă și gaz) se micșorează grosimea stratului prin care are loc difuzia în faza gazoasă, facilitînd desfășurarea mai rapidă a reacțiilor. Tocmai acest lucru este realizat de tipul de arzător folosit, prin care aerul intră în cuptor cu o viteză de 100—120 m/s, iar șarja, prin cădere liberă. Trecerea moleculelor de gaz din centrul curentului spre suprafața substanței se realizează prin difuzia moleculară obișnuită și prin pulsația turbulentă, adică prin deplasarea neordonată a unor volume mici de gaze.

Tabela 1

Parametrii urmăriți	Campania								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Instalații industriale
Volumul util al instalației, m^3	0,235	0,235	0,353	0,353	0,353	0,235	0,235	0,235	
Șarja prelucrată, kg	1 980	2 604	3 000	4 480	3 100	2 780	2 100	2 400	
Productivitatea instalației, $t/m^3 \cdot 24$ h	4,913	5,214	4,398	3,53	3,7	5,8	6,12	6,7	6,12
Debitul de aer tehnologic, Nm^3/t	800	1 194	1 267	1 100	1 180	1 190	1 200	1 320	
Debitul de gaz metan în turn, Nm^3/t	228,6	215,5	123,6	265	184	238	171	156	
Debitul de aer total, Nm^3/h	170	190	180	195	164	203	175	177	
Viteza aerului la ieșirea din arzător, m/s	121	123	71	103	83	104	85	97	
Temperatura aerului preîncălzit, °C	600	520	530	600	600	500	500	500	500
Temperatura în turnul de reacție, °C	1 450	1 480	1 400	1 480	1 420	1 500	1 475	1 480	1 350
Temperatura în turnul de evacuare, °C	1 280	1 300	1 300	1 300	1 280	1 350	1 320	1 300	
Temperatura la ieșirea din răcitor, °C	115	110	135	120	115	165	140	130	
Repartiția metalului în produse după evacuare, % :									
Cu — în mată	88,48	86,88	88,56	87,0	86,3	88,1	84,9	79,2	87,99
— în zgură	7,39	7,50	5,83	7,34	8,14	5,33	7,47	14,50	5,56
— în praf	4,13	5,62	5,61	5,43	5,82	6,69	7,74	6,3	6,45
Pb — în mată	7,82	8,91	6,07	3,5	5,2	3,1	4,9	7,1	24,3
— în zgură	3,28	10,61	17,91	11,3	16,5	14,0	7,8	20,7	40,2
— în praf	88,85	80,48	76,2	85,2	78,3	82,0	87,1	72,3	35,50
Zn — în mată	14,25	6,75	9,70	4,50	4,51	4,25	4,88	5,54	6,9
— în zgură	13,04	18,50	29,76	10,10	14,00	7,80	7,15	24,20	66,6
— în praf	72,71	74,75	60,54	85,40	81,50	88,05	87,70	70,26	26,5
Valorificarea S ca SO_2, %	72,21	84,66	86,75	83,20	81,80	82,70	84,50	88,00	94,7
Compoziția chimică medie a matei, % :									
Cu	24,20	35,07	32,91	35,60	34,50	33,60	35,20	53,20	56,0
Pb	0,24	0,38	0,27	0,15	0,17	0,10	0,21	0,42	2,18
Zn	1,85	0,98	1,38	0,53	0,46	0,27	0,52	0,87	1,12
Fe	47,00	33,54	39,88	39,60	38,42	42,50	39,00	39,20	15,80
S	25,70	21,64	18,35	22,50	25,32	21,30	22,60	20,74	
Compoziția chimică medie a zgurei, %									
Cu	1,42	1,09	0,87	1,00	1,14	0,87	1,11	2,52	
Pb	0,07	0,16	0,32	0,16	0,18	0,21	0,12	0,32	0,9
Zn	1,24	0,97	1,70	0,40	0,50	0,28	0,27	0,98	2,65
Fe	32,80	37,41	38,19	36,00	37,90	34,60	38,10	40,20	46,68
S	0,87	1,27	0,97	1,38	1,37	0,85	1,25	1,60	
Compoziția chimică medie a prafurilor, %									
Cu	3,25	4,82	4,88	4,65	5,86	7,46	7,12	6,43	9,65
Pb	7,93	7,40	7,90	7,67	6,13	8,40	8,69	6,22	7,40
Zn	27,21	23,22	20,30	21,00	21,10	21,40	20,80	16,00	9,73
Fe	10,72	17,86	17,12	16,20	20,60	20,40	21,60	19,80	29,63
S	13,43	7,05	6,24	8,5	8,2	5,71	5,54	5,92	3,47

Obs. : Cifrele pentru instalația industrială au fost luate în perioada 22—27.04.1969.

Asimilînd noul tip de arzător de concentrat cu un arzător clasic de particule solide, se poate afirma că se află într-un domeniu de microturbulenţă. Este cunoscut faptul că arderea se desfăşoară mult mai rapid într-un curent de amestec combustibil turbulent decît într-unul laminar, deoarece turbulenţa asigură aducerea în permanenţă a aerului proaspăt în vecinătatea particulelor şi, de asemenea, asigură îndepărtarea produselor de reacţie, micşorînd timpul de ardere şi, deci, intensificînd procesul. Turbulenţa se realizează prin construcţia specială a arzătoarelor şi prin dispoziţia relativă a lor în focar, în care caz caracterul turbulent al curgerii este imprimat unor volume relativ mari de amestec (macroturbulenţă) sau prin imprimarea unor viteze supercritice amestecului, în care caz caracterul turbulent este imprimat unor volume de dimensiuni moleculare (microturbulenţa sau pulsaţia turbulentă de care s-a vorbit mai sus). Deci, arzătorul folosit în instalaţia pilot creează condiţiile intensificării arderii şi, deci, o volatilizare mai avansată a plumbului şi zincului prin creşterea temperaturii în flacără. Trebuie remarcat faptul că volatilizarea are loc în flacăra arzătorului înainte de formarea picăturilor lichide, după care zincul şi plumbul nevolatilizate şi prinse în zgura lichidă nu se mai pot extrage, cuptorul funcţionînd, din acest punct de vedere, ca un cuptor cu vatră unde se ştie că volatilizarea zincului şi plumbului este foarte slabă (10—15%).

Ţinînd seamă de concluziile rezultate din examinarea tabelei 1 şi de condiţiile tehnologice în care s-a desfăşurat fiecare campanie de cercetare, în final se poate conchide următoarele:

— Parametrii optimi pentru realizarea unei volatilizări mărite a zincului şi plumbului sînt:

— folosirea noului tip de arzător în locul celui existent pe instalaţia industrială;

— menţinerea unei temperaturi de circa 1 450°C în turnul de reacţie;

— menţinerea turnului de reacţie la dimensiunile actuale ale instalaţiei industriale;

— menţinerea productivităţii în cadrul valorilor actuale ale instalaţiei industriale;

— în ceea ce priveşte conţinutul de cupru în mată, valoarea cea mai convenabilă ar fi 35—40%, la care se obţin randamente de volatilizare de 80—85%, dar cum acest lucru nu este posibil din cauza lipsei de capacitate la convertizare, se poate lucra cu valorile actuale ale cuprului din mata de la instalaţia industrială, obţinînd un randament de volatilizare a zincului şi plumbului în jurul cifrei de 70%, care este oricum mult superioară celei obţinute în instalaţia industrială.

— Consumul ridicat de gaz metan nu trebuie luat în considerare în mod absolut pentru instalaţia industrială deoarece în instalaţia pilot pierderile specifice de căldură sînt mult mai mari ca în industrial, pe de o parte, iar, pe de altă parte, în instalaţia pilot se manipulează cantităţi mici de produse topite, care trebuie puţin supraîncălzite pentru a se evita pericolul blocării.

— În ceea ce priveşte noul tip de arzător, trebuie făcută observaţia că în lume există instalaţii de topire în suspensie care prelucrează concentrate cu conţinut de zinc şi plumb (pe lîngă cupru) şi folosesc un tip de arzător oarecum asemănător cu cel din pilotul sus-menţionat.

— Valorificarea sulfului ca SO_2 a variat în limitele 83—88%.

— Conţinutul de praf din gaze (la ieşirea din sistemul de desprăfuire al instalaţiei) a variat între 2 şi 3 g/Nm³. Prafurile captate în sistemul de desprăfuire au o refractaritate mai mare decît cele captate în sistemul instalaţiei industriale.

În urma rezultatelor bune obţinute din cercetarea de faţă este necesar ca Uzina de metale neferoase din Baia Mare, în colaborare cu Departamentul de metale neferoase şi I.M.N.R., să depună eforturi mai susţinute în vederea aplicării ei industriale, concomitent, bineînţeles, cu scoaterea prafurilor din circuit şi prelucrarea lor separată. S-ar elimina astfel pierderile importante de Pb, Zn şi Cu care există în prezent

BIBLIOGRAFIE

[1] Oprea Fl. *Metalurgia metalelor neferoase.* Bucureşti, Editura tehnică, 1965.

[2] Popa B. ş.a. *Arzătoare.* Bucureşti, Editura tehnică, 1962.

[3] Lange A. *Studii de sinteză privind prelucrarea concentratelor de metale neferoase.* Berlin, 1969.

[4] Stambuleanu A. *Flacăra industrială.* Bucureşti, Editura tehnică, 1971.

[5] Oprea Fl. şi Georgescu C. *Consideraţii privind intensificarea piroselecţiei zincului şi a plumbului la topirea în suspensie a concentratelor cuproase.* Metalurgia, nr. 4, 1972, p. 276.

Ing. N. Iancu și tehn. C. Pricop
Combinatul siderurgic — Galați

Pregătirea minereurilor de fier în cadrul sectorului furnale — aglomerare de la C.S. Galați

CZ 669.162.12 : 622.782

În prezent, o mare rezervă pentru creșterea productivității furnalelor și a scăderii consumului de cocs o constituie pregătirea superioară a încărcăturii furnalelor. Fără rezolvarea acestei probleme nu se pot folosi complet posibilitățile multor perfecționări aduse procesului tehnologic de elaborare a fontei. Avînd în vedere că toate îmbunătățirile aduse în ultimii ani au dus la micșorarea consumului specific de cocs, condițiile pentru circulația fluxului de gaze prin coloana de materiale au devenit mai grele. Neuniformitatea repartizării curentului de gaze poate fi înlăturată numai prin folosirea unei încărcături omogene din punct de vedere granulometric, din care să fie îndepărtată fracția mărunță. Folosirea unei încărcături bine pregătite, cu menținerea constantă a compoziției chimice, asigură cele mai favorabile condiții pentru obținerea unor performanțe ridicate ale furnalului, legate direct de creșterea productivității și de reducerea consumului de cocs.

Rezultatele remarcabile obținute la furnale, prin alimentarea acestora cu materii prime sortate și omogenizate, au făcut ca în ultimul deceniu instalațiile de concasare — sortare și omogenizare să fie indispensabile combinatelor siderurgice puse recent în funcțiune.

În cadrul Combinatului siderurgic — Galați pregătirea minereurilor se face prin concasare — sortare și omogenizare. Minereurile mărunte omogenizate sînt aglomerate, proporția aglomeratului în încărcătura furnalelor este de circa 70 — 75%, restul încărcăturii fiind alcătuită din minereuri bulgări sortați, completată cu adaosuri de dolomită și minereu de mangan.

Concasarea și sortarea minereurilor. La C.S.-Galați concasarea minereurilor brute, granulație 0—250 mm, se realizează cu ajutorul a trei concasoare giratorii, fiecare avînd o productivitate de 250 t/h. Sortarea minereurilor se efectuează în două linii de ciuruire, fiecare linie cuprinzînd două ciururi vibratoare de tip Comessa. Primul ciur este format din două site cu ochiuri rotunde de 80, respectiv 35 mm, iar al doilea ciur are o sită cu ochiuri pătrate de 8 mm, confecționate din fire de sîrmă independente, ceea ce elimină înfundările ciurului cu material.

Fracțiile granulometrice 80 — 250 mm și 35 — 80 mm sînt preluate de benzi transportoare mobile și sînt debitate separat în buncărele concasoarelor. Concasarea și sortarea minereurilor se fac în circuit închis, obținîndu-se în final clasa granulometrică 0 — 8 mm, care se trimite la instalația de omogenizare, și clasa 8 — 35 mm, care se expediază direct la furnale. Concasoarele giratorii prezintă avantajul că au o reglare ușoară a spațiului de trecere. Acest sistem deosebit de flexibil permite prelucrarea unor minereuri cu caracteristici diferite, dînd rezultate bune în exploatare. În figura 1 se

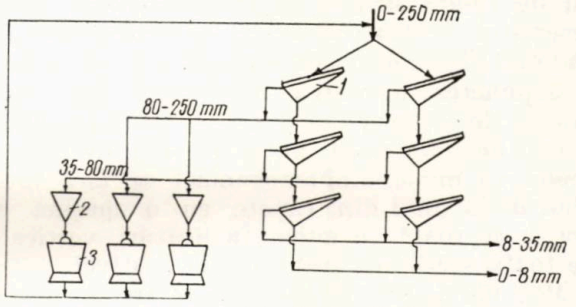


Fig. 1. Schema fluxului tehnologic a stației de concasare — sortare minereu: *1* — ciur vibrator; *2* — siloz tampon; *3* — concasor.

arată schema fluxului tehnologic de concasare — sortare a minereurilor.

Analiza granulometrică medie a minereului bulgări sortat, încărcat în furnale, este prezentată în tabela 1.

În scopul înlăturării fracției 0 — 5 mm, care are un efect negativ în funcționarea furnalului, se preconizează introducerea ciuruirii secundare a minereurilor prin echiparea cu site

Tabela 1

Perioada	Dimensiunea ochiurilor, mm					
	+60	40—60	20—40	10—20	5—10	0—5
Anul 1971	0,4	10,4	36,5	28,3	12,4	12,0
Anul 1972	0,1	1,0	33,1	32,1	15,9	17,8

cu ochiuri de 5 mm a vibroalimentatoarelor existente de la buncărele de zi din cadrul estacadei de încărcare a furnalelor, cu posibilitatea de evacuare a returului.

Omogenizarea minereurilor. Din punct de vedere al avantajelor tehnico-economice pe care le prezintă pregătirea fizică a minereurilor, după operația de concasare și sortare, omogenizarea ocupă locul imediat următor. Efectele omogenizării minereurilor se reflectă în reducerea variației compoziției încărcăturii și, ca urmare, în menținerea constantă a regimului termic al furnalului, ceea ce duce la reducerea consumului specific

de cocs și la stabilitatea compoziției chimice a fontei și zgurei, cu scăderea conținutului de siliciu și sulf în fontă.

Pentru omogenizarea minereurilor mărunte, gospodăria de materii prime a sectorului furnale de la C.S. Galați dispune de parcul de omogenizare format din patru stive paralele, fiecare cu secțiune transversală de 200 m², o lungime de 350 m și o capacitate de circa 120 000 t. Pentru omogenizarea minereurilor bulgări sortate parcul de omogenizare se va extinde cu încă două stive.

Formarea stivelor se realizează cu ajutorul a două mașini de stivuit cu braț rotitor cu bandă, fiecare mașină deservind o pereche de stive. Mașinile se deplasează cu viteză constantă pe căi de rulare situate în lungul stivelor, fiind deservite de transportoare de alimentare cu material. Tehnologia de formare a stivei constă în depunerea succesivă de straturi orizontale subțiri, de grosime constantă, pe toată lungimea stivei, de minereuri de diferite proveniențe. Preluarea minereului omogenizat se face începînd de la unul din capete cu o mașină cu grapă și roată cu cupe, în straturi verticale, pe toată secțiunea transversală a stivei.

Mașinile de scos au calea de rulare amplasată la baza stivelor; ea este degajată pe măsură ce mașina înaintează, evacuînd materialul din stivă. În cursul operației de preluare, grapa, care se deplasează odată cu roata cu cupe și care se aplică pe taluzul frontal al stivei, face ca materialul dizlocat de pe toată secțiunea să curgă amestecat la baza taluzului, de unde este preluat de roata cu cupe. Cele două mașini de scos pot fi mutate de la o stivă la alta cu ajutorul unui transbordor situat la capătul stivelor. Procasare (fracția 0 — 8 mm), minereurile mărunte din intrări directe, precum și deșeurile recuperabile (praf furnal și țunder). Omogenizarea integrală a minereurilor mărunte a început în anul 1970, obținîndu-se rezultate bune în exploatarea fabricii de aglomerare și a celor două furnale. Calitatea aglomeratului obținut din minereu omogenizat este superioară calității aglomeratului obținut prin metoda clasică.

Pentru aprecierea calitativă a minereului omogenizat se utilizează metodele statistice matematice. La baza celor mai multe metodologii existente pentru aprecierea omogenității amestecurilor stă determinarea abaterilor medii pătratice. Pe acest criteriu s-a analizat la 10 stive de minereu omogenizat media abaterii pătratice la principalii constituenți (Fe, SiO_2, CaO), precum și gradul de dispersie al acestor abateri între anumite limite (tabela 2). Pentru aprecierea calitativă a minereului omogenizat mai frecvent se utilizează un indicator mult mai simplu — abaterea medie absolută [1].

$$\Delta C = \frac{\Sigma (C_i - C_{med})}{n},$$

unde :

C_i este concentrația elementului sau a componentului dat într-o probă, %;

C_{med} — media aritmetică a conținutului acestui element sau component într-o probă, %;

n — numărul de probe.

Tabela 2

Nr. stivei	Media abaterii pătratice			Dispersia abaterilor pătratice, %								
				Fe			SiO_2			CaO		
	Fe	SiO_2	CaO	1,0 – 1,5	0,5 – 1,0	0 – 0,5	1,0 – 1,5	0,5 – 1,0	0 – 0,5	1,0 – 1,5	0,5 – 1,0	0 – 0,5
I	0,77	0,69	0,67	22,2	37,4	40,4	16,4	48,1	35,5	20,0	33,2	46,8
IV	0,78	0,66	0,65	20,1	40,3	39,6	9,5	46,1	44,4	18,4	17,8	63,8
I	0,19	0,21	0,18	14,3	29,5	56,2	12,9	26,0	61,1	11,3	17,6	71,1
II	0,20	0,22	0,22	20,0	33,0	47,0	19,8	28,1	52,1	5,7	28,2	66,1
IV	0,24	0,26	0,18	26,8	36,2	37,0	20,2	37,8	42,0	6,8	27,9	65,3
I	0,21	0,22	0,16	21,6	42,9	35,5	24,0	46,6	29,4	8,2	68,4	23,4
IV	0,22	0,24	0,15	21,7	31,3	47,0	26,6	35,9	37,5	2,9	34,0	63,1
I	0,20	0,23	0,15	16,7	12,8	70,5	17,2	33,8	49,0	4,2	16,8	79,0
II	0,24	0,22	0,18	26,2	25,8	48,0	24,8	36,7	38,5	12,0	20,0	68,0
IV	0,16	0,25	0,19	13,7	39,6	46,7	28,7	27,5	43,8	13,4	26,4	60,2
Media	0,32	0,32	0,27	22,4	32,3	45,3	28,6	36,7	43,7	10,3	29,0	60,7

ductivitatea mașinilor din parcul de omogenizare și a benzilor transportoare aferente este de 1 000 t/h.

În componența stivelor de omogenizare pentru fabrica de aglomerare intră minereurile mărunte rezultate de la stația de sortare — con-

Acest indicator reprezintă abaterea de la concentrația medie; amplitudinea totală maximă a oscilației concentrațiilor între C_{min} și C_{max} reprezintă $2\Delta C$. Analizînd sub acest aspect cele 10 stive de omogenizare s-au obținut indicatorii din tabela 2.

Tabela 3

Nr. stivei	Abaterea medie absolută (ΔC), %		
	Fe	SiO_2	CaO
I	±0,69	±0,60	±0,57
IV	±0,65	±0,56	±0,51
I	±0,51	±0,49	±0,42
II	±0,70	±0,57	±0,53
IV	±0,67	±0,63	±0,58
I	±0,63	±0,58	±0,54
IV	±0,58	±0,52	±0,48
I	±0,52	±0,48	±0,46
II	±0,62	±0,59	±0,53
IV	±0,63	±0,56	±0,52
MEDIA	±0,61	±0,56	±0,52

Avînd în vedere prelevarea şi prelucrarea manuală a probelor, abaterile medii pătratice peste valoarea 1,5 fiind de circa 7% nu au fost luate în considerare în rezultatele prezentate în tabelele 2 şi 3. De asemenea, nu s-a luat în calcul nici materialul omogenizat de la capetele stivelor, circa 10%.

minereurilor în clase granulometrice cu limite cît mai restrînse.

Un rol deosebit de important în tehnologia formării stivelor îl are corelarea aprovizionării cu consumurile specifice de minereuri din balanţă. În anumite limite reglarea neritmicităţilor în aprovizionare se realizează prin stocurile din depozitul de materii prime.

Ţinerea evidenţei cantitative pe sorturi la formarea stivelor se face pe baza datelor transmise de cîntarele de bandă la contoarele ce sînt dispuse în cabina dispeceratului central. Urmează ca această evidenţă să fie ţinută de calculatorul cu care este echipat sectorul furnale care va redacta în fiecare schimb, zi şi lună situaţia stocurilor şi situaţia mişcării minereurilor din parcul de omogenizare.

Efectele omogenizării minereurilor mărunte asupra variaţiei compoziţiei chimice a aglomeratului produs din fiecare stivă sînt prezentate în tabela 4. Faţă de perioada cînd în şarja de aglomerare s-au utilizat minereuri neomogenizate, se constată o îmbunătăţire a calităţii aglomeratului şi o reducere a fluctuaţiilor în compoziţia chimică.

Tabela 4

Nr. stivei	Media abaterii pătratice				Dispersia abaterii pătratice, %								
					Fe			SiO_2			CaO		
	Fe	SiO_2	CaO	$\frac{CaO}{SiO_2}$	1,0–1,5	0,5–1,0	0–0,5	1,0–1,5	0,5–1,0	0–0,5	1,0–1,5	0,5–1,0	0–0,5
I	0,70	0,37	0,82	0,08	20,8	20,8	58,4	—	18,7	81,3	22,8	20,8	56,4
IV	0,71	0,35	0,59	0,07	17,4	28,6	54,0	—	6,4	93,6	6,3	25,4	68,3
I	0,58	0,50	0,61	0,05	7,3	35,2	57,5	36	7,4	89,0	13,0	31,5	55,5
II	0,53	0,32	0,64	0,01	7,5	21,2	71,3	—	12,1	87,9	9,0	27,3	63,7
IV	1,21	0,66	0,70	0,07	40,0	28,0	32,0	9,3	34,7	56,0	14,6	36,0	49,4
I	0,95	0,52	0,76	0,06	17,5	32,9	49,6	2,7	22,4	74,9	13,0	35,6	51,4
IV	1,11	0,47	1,27	0,10	35,5	32,2	32,3	5,3	21,0	73,7	49,0	30,0	21,0
I	0,77	0,28	0,57	0,06	23,7	31,0	45,3	2,2	14,3	83,5	16,7	14,3	69,0
II	1,21	0,49	1,15	0,06	35,0	24,1	40,9	3,0	34,9	62,1	45,4	25,8	28,8
IV	0,75	0,29	0,73	0,04	23,3	36,2	40,5	—	10,6	89,4	16,9	36,2	46,9
Media	0,85	0,42	0,78	0,06	22,8	29,0	48,2	2,6	18,2	79,2	20,7	28,3	51,9

Procesul de omogenizare a fost influenţat negativ de funcţionarea defectuoasă a vibroalimentatoarelor de la buncărele tampon. Aceste buncăre, amplasate în amonte de transportoarele ce alimentează fiecare stivă, au rolul de a alimenta maşinile de stivuit cu debite constante prin preluarea variaţiilor de debit de la punctele de primire a minereurilor mărunte. Aceste influenţe negative au fost mai evidente în cazul minereurilor mărunte şi al concentratelor de fier cu un conţinut de umiditate de peste 6,0%. Pentru îmbunătăţirea parametrilor de omogenizare se preconizează echiparea buncărelor tampon cu dozatoare care să asigure extragerea minereurilor cu debit constant. În scopul evitării segregaţiilor marginale ale stivelor şi pentru îmbunătăţirea procesului de omogenizare şi aglomerare este necesar clasarea prealabilă a

Conţinutul de siliciu în fonta produsă la furnalele de la C.S. Galaţi, în condiţiile de pregătire existente a încărcăturii, este în medie de 0,70%, cu variaţii de ±0,10%.

În R.S. România, unde aprovizionarea cu minereuri se face din surse diferite, pregătirea corespunzătoare a acestora prezintă o importanţă deosebită în obţinerea unor indicatori superiori la furnale.

BIBLIOGRAFIE

[1] Korotici V. ş.a. *Consideraţii privind omogenitatea şarjei de aglomerare.* D.M., nr. 4, 1970.

[2] Lukes V. ş.a. *Efectele omogenizării minereurilor asupra funcţionării furnalelor moderne.* D.M., nr. 8, 1968.

Probleme actuale legate de utilizarea uleiurilor la călire

Ing. Al. Munteanu și ing. I. Ciobanu
Universitatea din Brașov

CZ 621.785.6.065.2

Excluderea pe cît posibil a factorilor subiectivi prin mecanizare și automatizare, precum și înlocuirea oțelurilor scumpe înalt aliate cu altele mai ieftine dar cu aceleași proprietăți, au constituit direcțiile principale de perfecționare în operațiile de tratament termic în vederea îmbunătățirii calității pieselor.

Cuptoarele cu cameră cu bazin integrat și atmosferă controlată, cuptoarele continue de mare productivitate ca și agregatele de normalizare, călire și revenire pentru tratament termic primar sau secundar, nu mai constituie în prezent o noutate pentru atelierele de tratament termic. În multe uzine din R.S. România sînt montate și date în funcțiune, cu rezultate bune, astfel de instalații.

Elaborarea acestei lucrări a pornit de la unele dificultăți întîlnite în producție, în atelierele de tratamente termice dotate cu cuptoare lucrînd în atmosferă controlată, atunci cînd au de tratat piese din oțeluri cu călibilitate redusă (oțeluri carbon sau slab aliate), care reclamă călirea în apă. Cuptoarele cu atmosferă controlată construite cu bazine de călire integrate nu permit călirea în apă deoarece vaporii de apă care au un caracter oxidant accentuat s-ar degaja în spațiul cuptorului. În aceste instalații trebuie să se utilizeze medii de călire adecvate, în general uleiuri ai căror vapori afectează mult mai puțin atmosfera cuptorului.

Această limitare a folosirii noilor instalații determină menținerea în atelierele de tratament termic secundar a unor utilaje depășite din punct de vedere tehnic dar care permit călirea în apă a pieselor din oțeluri cu viteză critică de călire mare. De multe ori în producție, în atelierele noi, proiectate și dotate cu astfel de utilaje moderne, s-a recurs la schimbarea materialului unor repere de la un oțel carbon mai ieftin la un oțel aliat mai scump, numai pentru a se putea realiza călirea corespunzătoare la aceste utilaje cu răcire în ulei. Acest fapt scumpește, pe de o parte, nejustificat, produsul și, pe de altă parte, duce la un consum sporit de materiale deficitare.

Necesitatea obținerii unor piese tratate termic de calitate și a utilizării tuturor posibilităților de care dispun aceste instalații moderne a dus la apariția unor noi sortimente de uleiuri, capabile să realizeze regimuri diferite de răcire la călire, în funcție de călibilitatea oțelurilor. În străinătate s-au realizat astfel uleiuri pentru răcire rapidă, uleiuri pentru călire în băi calde și chiar uleiuri pentru răcire rapidă în băi calde. Astăzi utilizarea cuptoarelor de tratament cu atmosferă controlată și bazin integrat nu poate fi concepută fără aceste uleiuri speciale care permit, pe de o parte, utilizarea oțelurilor slab aliate și nealiate, călibile la viteze mai mari, în locul unor oțeluri mai scumpe, fără a micșora rezistența mecanică a pieselor iar, pe de altă parte, permit reducerea la minimum a deformațiilor de tratament și mărirea stabilității dimensionale a pieselor în timp, practic imposibil de obținut la călirea în apă.

Realizarea și introducerea în producție a uleiurilor speciale pentru tratament termic este strîns legată de cuptoarele cu atmosferă controlată dar ele își găsesc utilizare largă la toate utilajele unde se realizează călirea în ulei.

În unele țări folosirea uleiurilor speciale de tratament a dus la o adevărată revoluție în tratamentele termice. De exemplu în S.U.A., aplicînd călirea în ulei cald, pentru anumite repere din construcția de autocamioane, s-a trecut de la oțelul SAE 3130 (0,3% C; 0,7% Cr; 1,5% Ni) la oțelul SAE 1037 (echivalentul oțelului OLC 45) fără ca ansamblul să sufere [1]. În fabricația de roți dințate, aplicînd călirea în ulei cald, unele roți dințate destinate unor condiții de lucru grele, care înainte se executau din oțeluri înalt aliate, s-au putut realiza din oțeluri mai slab aliate, iar roțile destinate unor condiții de lucru ușoare s-au putut realiza din oțeluri carbon obișnuite. De asemenea, s-a constatat că prin călirea în ulei cald costul operațiilor de prelucrare finală la roțile dințate și, în special, la roțile cu dantură înclinată sau curbă se reduce considerabil (cu 50% sau chiar mai mult) [1].

Stabilirea condițiilor de răcire în vederea călirii constituie o problemă tehnologică deosebit de importantă pentru practica tratamentelor termice. Modificările structurale pe care le suferă piesele la răcire sînt determinate, pe de o parte, de curbele de răcire ale oțelurilor respective iar, pe de altă parte, de capacitatea de răcire a mediului, de aceea alegerea mediilor de călire depinde atît de calitatea oțelului, cît și de dimensiunile și configurația pieselor.

Uleiurile fac parte din categoria mediilor de călire care suferă modificări ale stării de agregare în domeniul de răcire al pieselor la călire, de aceea viteza de îndepărtare a căldurii de la suprafața piesei nu depinde numai de diferența

de temperatură dintre piesă şi mediu, ci şi de starea de agregare a mediului de răcire la suprafaţa de contact cu piesa. Pe curbele de răcire specifice uleiurilor (fig. 1) se disting trei faze ale răcirii: faza formării stratului de vapori (I), faza de fierbere (II), faza de convecţie (III).

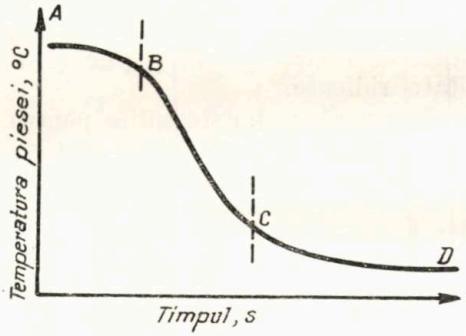


Fig. 1. Fazele unui ciclu de răcire. Variaţia temperaturii piesei în timp.

Faza formării stratului de vapori (denumită şi faza fierberii peliculare) este caracterizată printr-o viteză de răcire mică (segmentul AB de pe curba de răcire). La primul contact al piesei incandescente cu mediul de călire, vaporizarea fiind foarte intensă, pe suprafaţa piesei se formează aproape instantaneu o peliculă continuă de vapori supraîncălziţi care influenţează negativ asupra vitezei de răcire, încetinind transmisia căldurii de la piesă la mediul de călire.

La scăderea temperaturii piesei pelicula de vapori îşi pierde stabilitatea, iar ciclul de răcire intră în faza de fierbere (segmentul BC pe curba de răcire). Deoarece pelicula de vapori nu mai este stabilă, piesa vine parţial în contact direct cu mediul de călire, astfel că se produce o fierbere cu bule, caracterizată printr-o viteză de răcire maximă.

Cînd temperatura scade sub intervalul de fierbere al mediului de răcire se trece în faza răcirii prin convecţie (segmentul CD pe curba de răcire). Piesa este în contact cu lichidul de răcire, pe toată suprafaţa. Răcirea se face prin convecţie şi conductibilitate şi este foarte lentă, sistemul piesă-mediu tinzînd asimptotic spre echilibrul termic.

Fiecare fază prezintă interes. Primele două faze trebuie să se petreacă într-un timp cît mai scurt posibil, în orice caz mai scurt decît perioada de stabilitate minimă a austenitei subrăcite, pentru a preveni apariţia structurilor intermediare. Faza răcirii prin convecţie trebuie să fie de asemenea controlată pentru a reduce la minimum deformaţiile şi pericolul fisurării prin realizarea unor răciri cît mai uniforme în domeniul transformării martensitice.

Variaţia temperaturii băii de călire în intervale destul de mari dar nu prea apropiate de temperatura de fierbere are în general un efect redus asupra primelor două faze ale răcirii influenţînd în schimb destul de mult faza răcirii prin convecţie. În cazul uleiurilor, încălzirea cu 100°C sau chiar 200°C are practic o influenţă neglijabilă asupra capacităţii de răcire în primele două faze, în schimb viteza de răcire în faza finală scade destul de mult [1], [2]. Acest lucru poate fi verificat prin ridicarea curbelor de răcire cu ajutorul unor termocuple cu bilă de argint sau cupru (fig. 2) sau prin compararea structurilor obţinute în urma călirii unor epruvete în băi de ulei cu diverse temperaturi.

În figura 3 sînt prezentate structurile obţinute prin călirea unor epruvete din OLC 45 în ulei la 30°C şi la 130°C. Obţinerea unor structuri şi durităţi foarte apropiate demonstrează tocmai influenţa redusă a variaţiei temperaturii (în anumite limite) asupra capacităţii de călire a uleiurilor. Rezultă că prin călirea în ulei cald se pot realiza regimuri de răcire foarte apropiate de regimul ideal de călire, ceea ce justifică răspîndirea pe scară largă a acestei tehnologii.

Dirijarea condiţiilor de răcire prin alegerea corespunzătoare a mediilor de călire şi a temperaturii acestora constituie singura cale de a acţiona în vedere obţinerii unor piese tratate, cu structuri optime şi cu deformaţii minime. Pentru aceasta trebuie să se dispună însă de o gamă mare de medii de călire şi, în special, de uleiuri destinate călirii, cu capacităţi de răcire mai variate, utilizabile la temperaturi ridicate.

Deşi se cunoaşte acest lucru în R.S. România nu s-a acţionat prea mult în această direcţie. Se utilizează pe scară largă instalaţiile cu atmosferă controlată, cu automatizări şi mers continuu. Piesele rezultă după tratament mai uniforme calitativ, nu mai trebuie sablate, însă nu s-a căutat să se valorifice toate posibilităţile şi avantajele acestor instalaţii care ar rezulta din utilizarea unor uleiuri de călire corespunzătoare.

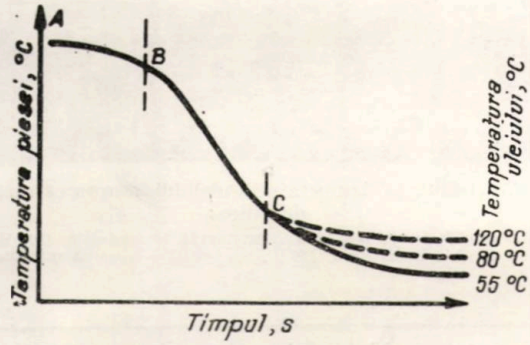


Fig. 2. Influenţa temperaturii asupra regimului de răcire.

În R.S. România în atelierele de tratamente termice se utilizează în continuare o gamă foarte restrînsă de uleiuri de călire, care se rezumă la uleiul standardizat TT 5004 şi alte cîteva uleiuri care au altă destinaţie dar care pot fi utilizate şi la călire, în lipsa unor uleiuri speciale. Pentru călire în ulei cald se utilizează

uleiul L 30 (norma NID 3623—67), uleiul destinat lagărelor de laminoare, dar utilizabil şi la călirea izotermă, datorită punctului de inflamabilitate mai ridicat. Caracteristicile principale ale acestor uleiuri sînt prezentate în tabela 1. Aceste uleiuri au o capacitate de răcire relativ redusă astfel că nu pot fi utilizate la tratamentul termic în atmosferă controlată al oţelurilor carbon obişnuite. De asemenea, ele nu pot fi utilizate pentru călirea în ulei cald la temperaturi peste 120°C, datorită riscului aprinderii. Se impune deci realizarea în R.S. România a unor uleiuri speciale de tratament cu capacitate de răcire sporită şi puncte de inflamabilitate ridicate.

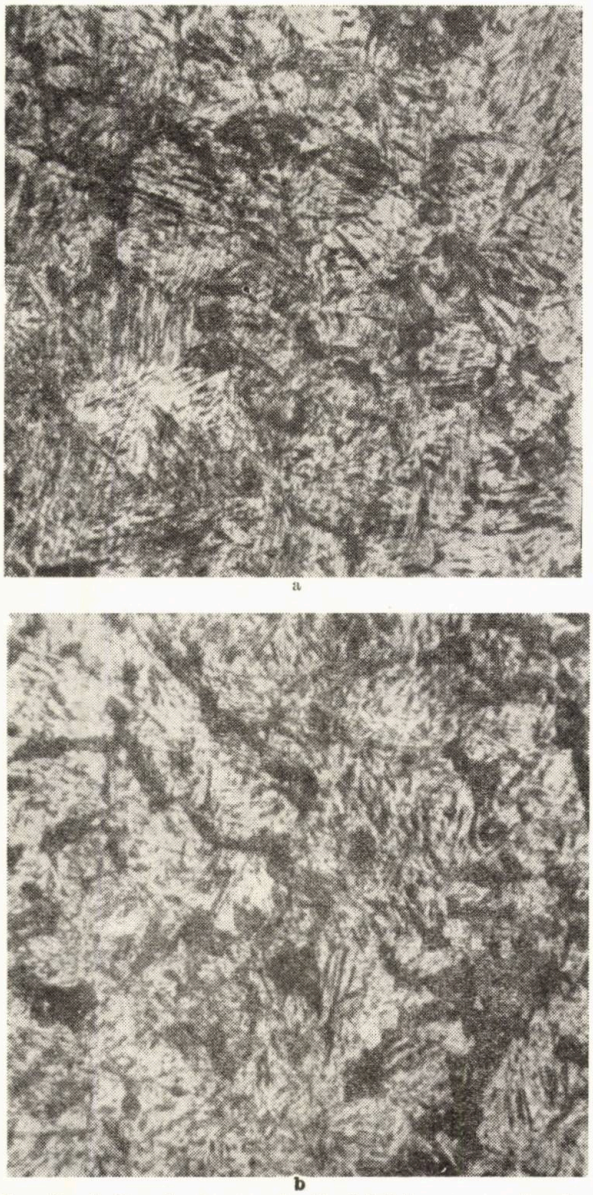


Fig. 3. Influenţa temperaturii uleiului asupra structurii de călire :

a — OLC 45 călit în ulei rece (30°C), martensită + troostită (57 HRc) ; *b* — OLC 45 călit în ulei cald (130°C), martensită + troostită (55 HRc).

Dezvoltarea uleiurilor de călire pentru răcire rapidă a însemnat în alte ţări dezvoltarea unor aditivi care să îmbunătăţească transferul de căldură în timpul călirii. Aceşti aditivi constau, în general, în agenţi de umectare, inhibitori de oxidare, detergenţi şi dispersanţi. Agenţii de umectare asigură o viteză de răcire mai mare datorită faptului că reduc stabilitatea stratului de vapori de la suprafaţa piesei atît în prima, cît şi în a doua fază a călirii. Se creează astfel un contact direct al uleiului cu piesa, mult mai intens, asigurîndu-se astfel un transfer de căldură mai mare. Pentru scopuri practice, orice material care are tendinţa de a mări viteza de răcire în procesul de călire poate fi considerat ca agent umectant.

Aditivii care preîntîmpină oxidarea, inhibitorii de oxidare, sînt substanţe ce au o mare afinitate faţă de oxigen. În acest sens este bine ştiut că vitezele de oxidare se dublează la fiecare +10°C [2]. Inhibitorii de oxidare măresc durata de serviciu a uleiurilor şi sînt absolut necesari în uleiurile destinate călirii la cald. Dispersanţii şi detergenţii controlează formarea de reziduuri şi depuneri ce rezultă din răşini, ţunder şi contaminări exterioare. Acţionînd cu aceşti aditivi s-au realizat uleiuri cu diverse capacităţi de călire în funcţie de mărimea şi configuraţia pieselor şi de calitatea oţelurilor.

Firma „Houghton" din R.F. Germania realizează patru tipuri diferite de uleiuri de călire rapidă, toate pe bază minerală, cu densitate între 0,842 şi 0,890 gf/cm³ şi viscozităţi între 1,43°E şi 4,20°E la 50°C. Caracteristicile acestor oţeluri sînt prezentate în tabela 2. Punctele de inflamabilitate ale acestor uleiuri sînt ridicate (cca. 140°C), au o rezistenţă mărită la îmbătrînire şi nu formează funingine.

Folosirea uleiurilor cu răcire rapidă a dus la utilizarea pe scară largă, în locul oţelurilor

Tabela 1

Tipul uleiului	Culoarea	Densitatea, la 20°C	Viscozitatea		Punctul de inflamabilitate, °C	Punctul de congelare	Volatilitatea, (100°C — 2 h)	Cenuşă, %	Întrebuinţări
			50°C	100°C					
TT 5004 STAS 2720—51	verde brun	0,912	3,5—4	—	195	+5	1%	max. 0,01	Băi de călire obişnuite
L30 NID 3623—67	verde brun	0,910	30—32	3,6	265	—4	—	max. 0,01	Pentru călire în ulei cald

Tabela 2

Tipul uleiului	Culoarea	Densitatea, la 20°C	Viscozitatea, la 50°C		Punctul de inflamabilitate, °C	Punctul de ardere, °C	Testul Conradson (C CT), %	Conținutul de asfalt dur, %	Temperatura recomandată de utilizare, °C	Capacitatea de călire	Întrebuințări
			°E	c St.							
ISOMAX 140	verde brun	0,842	1,43	5,4	145	170	0,6	0,0	20—80	Extrem de înaltă	Pentru cele mai mari cerințe la capacitate de călire adîncă (pătrundere de călire). Austenită reziduală minimă la piesele pentru rulmenți
ISOMAX 160	verde brun	0,892	1,74	9,0	160	190	0,6	0,0	40—80	Foarte înaltă	Ulei standard de înaltă capacitate de călire pentru oțeluri de cementare și de îmbunătățire
ISORAPID 260	verde brun	0,880	2,60	17,8	195	235	0,3	0,0	40—120	Înaltă	Pentru cuptoare continue și cu anticameră
ISORAPID 420	verde brun	0,890	4,20	31,5	215	255	0,3	0,0	50—140	Potrivit de ridicată	Extrem de rezistent la vaporizare și la îmbătrînire

aliate și slab aliate, a oțelurilor carbon de calitate, oțeluri mai ieftine, care se prelucrează mai ușor cu viteze sporite de așchiere și avansuri mai mari, deci cu o productivitate sporită. Uleiurile de călire rapidă sînt utile, în special, pentru tratamentul roților dințate, ele permițînd transformări stucturale mai complete în miez și, deci, proprietăți mecanice îmbunătățite.

50°C între 4,9 și 33,7°E, iar la 150°C între 1,2 și 1,73° E.

Datorită tendinței scăzute de vaporizare, uleiurile destinate călirii la cald sînt foarte indicate pentru cuptoarele cu vestibul și cuptoarele cu mers continuu.

Unii producători au reușit să elaboreze uleiuri pentru călire la cald cu răcire rapidă. Aceste

Tabela 3

Tipul uleiului	Culoarea	Densitatea, la 20°C	Viscozitatea, °E			Punctul de aprindere, °C	Punctul de ardere, °C	Temperatura recomandată, °C	Capacitatea de călire	Rezistența la vaporizare	Întrebuințări
			50°C	100°C	150°C						
MARTEMP 600	galben-verde	0,884	4,9	1,6	1,2	235	264	120—150	Descrescînd	Crescînd	Băi de călire la cald ale pieselor susceptibile la deformări, din oțeluri de cementare și de îmbunătățire ca și piese de rulmenți Datorită redusei tendințe de vaporizare, foarte indicate pentru cuptoare cu vestibul și pentru cuptoare continue
MARTEMP 800	maro-verzui	0,877	9,0	2,1	1,34	248	290	130—180			
MARTEMP 1400	maro-verzui	0,895	14,9	2,6	1,45	270	305	150—200			
MARTEMP 3500	maro-roșcat	0,892	33,7	4,1	1,73	315	365	150—200 (max.250)			

Paralel cu dezvoltarea uleiurilor de călire rapidă industria petrolului din alte țări a produs și pus la punct uleiuri pentru călire izotermă care sînt stabile la temperaturi ridicate. La aceste uleiuri trecerea în faza de răcire prin convecție se face la temperaturi ridicate, superioare punctelor de transformare martensitică. Se poate beneficia în acest fel de toate avantajele călirii izoterme, cît și de avantajele utilizării instalațiilor moderne cu bazin integrat. Aceste uleiuri se utilizează curent la temperaturi între 120 și 200°C, de aceea ele trebuie să fie foarte stabile la îmbătrînire. Aceasta se realizează prin adaosuri de inhibitori de oxidare.

Firma amintită produce patru tipuri de uleiuri de călire la cald ale căror caracteristici sînt prezentate în tabela 3. Densitatea cuprinsă între 0,884 și 0,892 gf/cm³, viscozitatea la

noi uleiuri permit să se obțină o precizie dimensională deosebit de bună, uniformitate remarcabilă a rezultatelor chiar la oțeluri cu viteze critice mari. S-a stabilit, de asemenea, că prin călirea rapidă în ulei cald se obțin rezistențe mai mari la tracțiune și la oboseală, în special la piesele cu pereți subțiri, și s-a demonstrat constructorilor că se poate reduce considerabil factorul de greutate al mașinilor, menținînd totuși aceleași solicitări [1].

Concluzii

Utilizarea pe plan mondial a uleiurilor speciale pentru tratamente termice destinate călirii cu viteză mare sau pentru călire la cald oferă avantaje deosebite, asigurînd obținerea unor

piese de calitate superioară şi permiţînd reducerea preţului de cost al produselor.

În R.S. România STAS-ul 2720—51 „Uleiuri pentru tratamente termice", care standardizează un singur ulei de tratament (TT 5004), nu mai poate face faţă cerinţelor actuale ale tehnicii tratamentelor termice, fiind de mult depăşit.

Este absolut necesară lărgirea gamei de uleiuri pentru călire standardizate şi produse de industria noastră petrochimică.

BIBLIOGRAFIE

[1] Leslie E. Senet *Hot oil quench cuts part cost.* American Machinist. vol. 112, nr. 9, 1968, p. 145—148.

[2] William Naylor. *Alegerea şi manevrarea lichidelor de călire.* Metal Progress, vol. 92, nr. 6, 1967, p. 70—73.

[3] Guleaev A. P. *Tratamentul termic al oţelului.* Bucureşti, Editura tehnică, 1962.

[4] Mantea Şt. şi Dulămiţă T. *Teoria şi practica tratamentelor termice.* Bucureşti, Editura tehnică, 1966

INVENŢII

Brevet francez
Nr.2.037.132
$C_{23}b$ 5/00/B, 654, 17/10

Procedeu şi aparat pentru acoperirea continuă pe cale galvanică a suprafeţei unei foi de tablă de oţel cu un material plastic

Procedeul se caracterizează prin aceea că foaia de tablă de oţel curăţată perfect de rugină şi degresată se introduce, în mod continuu, într-un electrolit încălzit, astfel încît drumul pe care-l parcurge să întîlnească cel puţin un anod şi un strat de acoperire electroizolator şi anticoroziv. În urma contactului intim dintre foaia de tablă şi stratul izolator, care se face cu ajutorul a două rulouri de diametru mic ce trag încet foaia prin electrolit astfel ca numai o singură suprafaţă să fie în contact cu stratul izolator, pe suprafaţa respectivă se fixează stratul de acoperire, care în cazul de faţă este din material plastic.

Brevet francez
Nr. 2.037.028
$C_{22}c$ 31/00

Procedeu de prepararea aliajelor de wolfram sinterizate

Aliajul realizat după brevetul de mai sus se caracterizează prin faptul că pe lîngă wolfram mai conţine şi 0,20—0,05% bor. Conţinutul de oxigen este foarte redus, sub 0,002%. Acest aliaj se pretează bine la prelucrare, are o granulaţie foarte fină şi o stabilitate termică excelentă.

Brevet suedez
Nr. 54.659 (51)
$C_{21}b$ 13/14

Procedeu şi instalaţie pentru elaborarea oţelului prin reducerea şi topirea directă a minereurilor de fier

Minereurile de fier fin măcinate sau sub formă de pelete sînt supuse trecerii unui gaz de reducere, preîncălzit la 850°C.

Reducerea finală a şarjei se face în cuptorul cu arc electric în timpul căreia se obţine, de asemenea, o atmosferă reducătoare. Instalaţia pentru aplicarea acestui procedeu este formată din două corpuri de cuptor nebasculante, legate între ele printr-o conductă. Unul din cuptoare este prevăzut cu electrozi şi lucrează ca un cuptor cu arc. Cuptoarele pot să lucreze ca cuptoare cu prereducere, ca cuptoare de topire sau chiar ca cuptoare de reducere, fiind dotate cu instalaţii anexe ca: ventilator, exhaustor, conducte, instalaţii de răcire etc.

Brevet francez
Nr. 1.453.629
C.2/b.

Procedeu pentru preîncălzirea fierului vechi folosit la încărcarea diferitelor cuptoare

Înainte de a fi introdus în cuptoarele electrice, în convertizoare cu insuflare de oxigen sau în alte cuptoare similare, fierul vechi, după ce este desmembrat, este preîncălzit cu ajutorul unor arzătoare speciale pînă la temperaturi de 980—1300°C. Arzătoarele respective lucrează cu combustibil gazos, praf de cărbune şi aer, în proporţii aproape stoechiometrice.

Oxidarea fierului vechi este redusă deoarece cărbunele existent se transformă în oxid de carbon şi protejează fierul de oxidare excesivă.

Gazul care rezultă este reciclat.

Brevet francez
Nr. 2.021.087
$C_{21}b$ 9/00

Recuperator de căldură în special pentru încălzirea vîntului de furnal

În partea de jos a cuvei recuperatorului este instalat un arzător, de la care porneşte un prim canal vertical pentru admisia de gaze combustibile. Coaxial cu acest canal este un al doilea canal, care serveşte pentru admisia aerului de combustie. Ambele canale au cel puţin un organ reglabil pentru uniformizarea presiunii pe toată secţiunea canalului. Reglarea presiunii se poate face din exterior.

Brevet francez
Nr. 2.034.790
C.216. 7/00 F27/1970

Guri de vînt cu răcire specială

Gurile de vînt care se utilizează la cuptoarele industriale, în special la cubilouri cu aer cald şi la furnale, se ard foarte des la capătul din interiorul cuptorului. Pentru a mări rezistenţa lor la arsuri s-a prevăzut, prin brevetul de mai sus, ca fluidul de răcire (în general apa) să fie adus direct la capătul din interiorul cuptorului, într-o cameră inelară de răcire amplasată în acest loc. Camerele inelare sînt prevăzute cu suprafeţe de răcire helicoidale mobile care pot fi dirijate cu ajutorul unor ghidaje.

Ing. L. Harbuz, ing. I. Martin şi ing. R. Bellman

Combinatul siderurgic — Galaţi

Studiu asupra durabilităţii lingotierelor de 25 t —format tablă— fabricate în turnătoria de lingotiere C.S. Galaţi

CZ 621.746.073 : 620.169.1

Creşterea vertiginoasă a producţiei de oţel pe platforma Combinatului siderurgic de la Galaţi a determinat o creştere corespunzătoare a necesarului de utilaj de turnare. În aceste condiţii capătă o importanţă deosebită problema măririi durabilităţii utilajului de turnare, a cărei rezolvare va permite să se realizeze cu cheltuieli minime asigurarea cu lingotiere mari şi poduri de turnare a producţiei de oţel.

Deoarece preţul de cost al lingotierelor fabricate se răsfrînge direct asupra preţului de cost al oţelului—lingou şi, în final, asupra producţiei Combinatului, problema asigurării creşterii durabilităţii lingotierelor a devenit un ţel major al turnătorilor, precum şi al oţelarilor care exploatează aceste lingotiere.

Pentru a rezolva cu succes această problemă s-a efectuat un studiu asupra a 858 lingotiere de 25 t, în vederea stabilirii cauzelor care au dus la scoaterea din uz a acestora. În acest scop s-au urmărit şi prelucrat statistic, pe baza datelor existente, comportarea acestui lot de lingotiere format tablă, obţinîndu-se rezultate foarte interesante.

Utilizarea în oţelării a lingotierelor se face după un ciclu bine stabilit ca ordine dar nu şi ca eşalonare în timp, aceasta fiind condiţionată de o multitudine de factori.

Ciclul complet parcurs de o lingotieră în oţelărie este următorul : pregătire — turnare — staţionare — stripare — răcire. În tot acest ciclu, lingotiera este supusă unor tensiuni şi şocuri termice care grăbesc scoaterea din uz a acesteia. Încălzirile şi răcirile repetate, precum şi gradientul de temperatură existent pe grosimea neuniformă a peretelui, duc la tensionarea materialului care uneori depăşeşte rezistenţa mecanică a acestuia. Aceste tensiuni sînt maxime pe suprafaţa exterioară a lingotierei şi spre baza ei, avînd ca efect apariţia crăpăturilor longitudinale.

Un fenomen destul de des întîlnit în oţelăria LD a C.S.G. este erodarea la bază a lingotierelor, ce apare din cauza jetului de oţel, care atinge peretele lingotierei (acest fenomen este frecvent întîlnit la turnarea directă a oţelului) în procesul de turnare. De asemenea, se observă pe suprafaţa interioară a lingotierelor dislocări de material, care apar datorită discontinuităţii materialului din care este turnată lingotiera. Alt defect care apare pe suprafaţa interioară este reţeaua de arsuri, care se datorează în special contactului direct dintre oţelul lichid — cu temperatură ridicată — şi pereţii lingotierei cu gazele care se degajă în timpul umplerii lingotierelor, avînd acţiune corozivă asupra acesteia, precum şi datorită transformărilor fazice intense care au loc către suprafaţa interioară a lingotierei.

Ţinînd seamă de aceste fenomene care apar în timpul turnării oţelului în lingotieră, la care s-ar mai putea adăuga şi altele, durabilitatea lingotierei poate fi influenţată pozitiv, acţionînd atît asupra formei lingotierei, cît şi asupra calităţii fontei şi a modului de utilizare a acesteia în oţelărie.

În vederea înlăturării unor asemenea defecte, colectivul prezentului studiu şi-a axat în principal atenţia spre îmbunătăţirea calităţii fontei elaborate, care trebuie să reziste cît mai bine la solicitările la care este supusă lingotiera, să obţină o masă compactă (cu component structural indicat, în acest sens fiind ferita), să aibă o conductibilitate termică bună, rezistenţă mecanică suficientă pentru preluarea tensiunilor termice şi stabilitate structurală ridicată. Utilizarea lingotierelor trebuie să fie ritmică, fără întreruperi mari, în aşa fel încît lingotiera să ajungă la turnare cu o temperatură optimă de 60—80°C.

Pe baza datelor existente, privind durabilitatea a 858 lingotiere de 25 t, format tablă, s-au trasat histogramele şi poligoanele de frecvenţă pentru durabilitate în funcţie de raportul Mn/Si, conţinutul de sulf şi timpul de îmbătrînire la acest tip de lingotieră. Astfel durabilitatea lingotierelor, exprimată în număr de turnări pe fiecare lingotieră, se plasează în intervalul de la 1 la 72 de turnări (tabela 1). Se observă o variaţie a numărului de turnări sub formă de „clopot" (fig. 1), avînd frecvenţa maximă în intervalul de 21—25 de turnări.

În intervalul 26—30 de turnări, pe fiecare lingotieră se observă că predomină lingotierele de calitatea a II-a (fig. 2), iar în intervalul care depăşeşte 30 de turnări, raportul se schimbă în favoarea lingotierelor de calitatea I.

Făcînd calculul pentru toate 858 lingotiere studiate rezultă că durabilitatea medie la lingotierele de calitatea I a fost de 28,36 turnări/buc.,

Tabela 1

Nr. de turnări	Bucăţi calitatea		Total buc.	% din total buc.	Repartizarea pe calităţi	
	I	II			I	II
1—5	8	13	31	3,45	38	62
6—10	11	28	39	4,54	28	72
11—15	39	48	87	10,11	45	55
16—20	62	71	133	15,56	46,5	53,5
21—25	67	87	154	17,98	43,5	56,5
26—30	62	62	124	14,54	50	50
31—35	52	39	91	10,65	57	43
36—40	36	27	63	7,32	57	43
41—45	22	29	51	5,93	43	57
46—50	27	26	53	6,16	51	49
51—55	12	11	23	2,67	52	48
56—60	6	8	14	1,62	43	57
61—65	2	1	3	0,35	67	33
66—70	—	—	—	—	—	—
71—75	—	1	1	0,12	—	100
Total	407	451	858	100,00	47,4	52,6

iar la cele de calitatea a II-a a fost de 26,16 turnări/buc. Un alt factor şi anume influenţa compoziţiei chimice asupra durabilităţii lingotierelor s-a determinat urmărindu-se în mod deosebit variaţia elementelor chimice de bază: Mn, Si şi S.

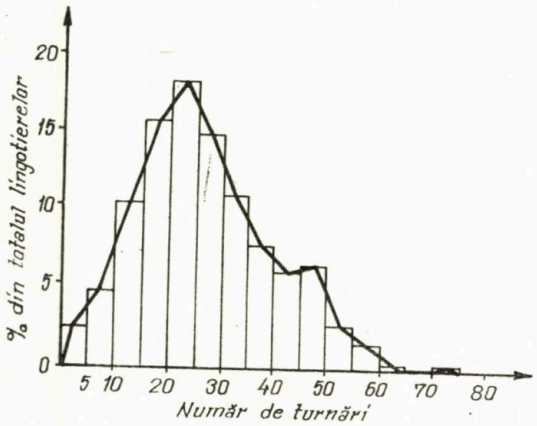


Fig. 1. Repartizarea lingotierelor în funcţie de numărul de turnări pe lingotieră.

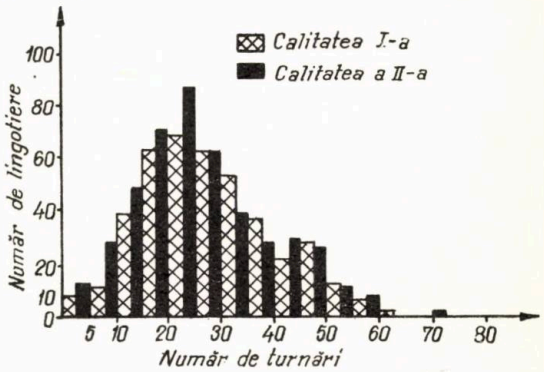


Fig. 2. Repartizarea lingotierelor în funcţie de numărul de turnări şi calităţi.

Făcînd raportul Mn/Si la lingotierele urmărite (tabela 2) s-a constatat că acesta variază în intervalul 0,25—0,90. Cele mai multe lingotiere (691 buc.) sînt încadrate în intervalul de la 0,36 la 0,55. Durabilitatea maximă se obţine pentru raportul Mn/Si = 0,41 — 0,50 deoarece în aceste limite s-au încadrat 431 lingotiere.

În intervalul Mn/Si = 0,41 — 0,50 proporţia de calitatea I este aproximativ egală cu lingotierele de calitatea a II-a, iar în intervalul 0,66 — 0,75 ponderea o deţin lingotierele de calitatea a II-a unde şi media de turnare pe fiecare lingotieră creşte la 34,6 — 48,8, ceea ce denotă că influenţa conţinutului de Mn şi Si asupra durabilităţii este mult mai mare şi, deci, mai important decît aspectul suprafeţei lingotierei care declasează lingotierele la calitatea a II-a conform N.I.D. — 120/1965 (fig. 5).

Influenţa conţinutului de sulf asupra durabilităţii lingotierelor este invers proporţională

Tabela 2

Raport Mn/Si	Nr. bucăţi pe calităţi		Nr. turnări pe calităţi		Buc, I + II	Repartizarea pe calităţi, %		% din total	Turnări I+II	Media de turnări	Media de turnări pe calităţi	
	I	II	I	II		I	II				I	II
0,25—0,30	—	2	—	39	2	—	100	0,23	39	19,5	—	19,5
0,31—0,35	8	27	203	696	35	22,5	77,5	4,10	899	25,7	25,37	25,7
0,36—0,40	74	71	1 904	1 779	145	52	48	16,92	3 683	25,4	25,73	25,1
0,41—0,45	115	111	3 359	3 039	226	52,5	47,5	26,36	6 398	28,3	29,21	27,4
0,46—0,50	108	97	3 073	2 633	205	55,5	44,5	23,93	5 706	27,8	28,45	27,2
0,51—0,55	56	59	1 585	1 455	115	52	48	13,43	3 040	26,4	28,30	24,5
0,56—0,60	30	47	922	1 159	77	44	56	8,95	2 081	27,0	30,73	24,7
0,61—0,65	9	17	215	418	26	34	66	3,06	633	24,3	23,88	24,6
0,66—0,70	4	12	127	328	16	41	59	1,86	555	34,6	31,75	27,4
0,71—0,75	3	4	156	186	7	45	55	0,81	342	48,8	52,00	46,5
0,76—0,80	—	1	—	9	1	—	100	0,12	9	9,0	—	9
0,81—0,85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,86—0,90	—	2	—	55	2	—	100	0,23	55	27,5	—	27,5
Total	407	451	11 544	11 796	858	—	—	100,00	23 340	27,2	—	—

cu cantitatea sa exprimată procentual în masa lingotierei.

Așa cum se observă în figura 6, ponderea mare a lingotierelor, elaborate în cadrul secției Turnătorie de lingotiere a C.S.G., se situează în intervalul 0,035—0,055%. De altfel și cele mai bune rezultate în exploatare s-au obținut la lingotierele cu un conținut scăzut de sulf (sub 0,06%). Din tabela 3 rezultă că mediile de turnări cele mai mari s-au obținut la lingotierele cu conținut mic de sulf, de asemenea, rezultă că la un conținut de sulf mai mare de 0,07% media de turnări pe lingotieră scade.

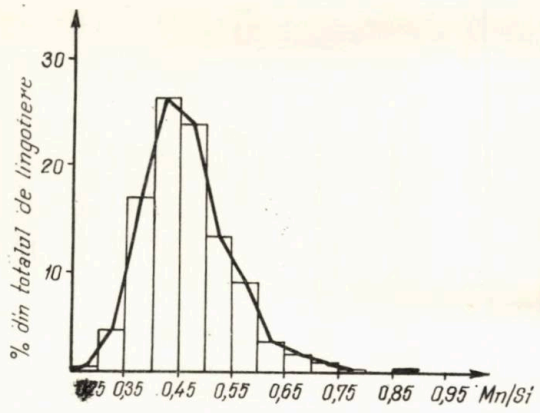


Fig. 3. Repartizarea lingotierelor în funcție de raportul Mn/Si.

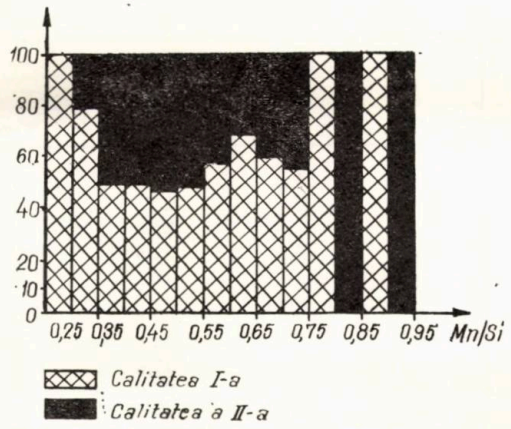


Fig. 5. Repartizarea calității I și a II-a în funcție de raportul Mn/Si.

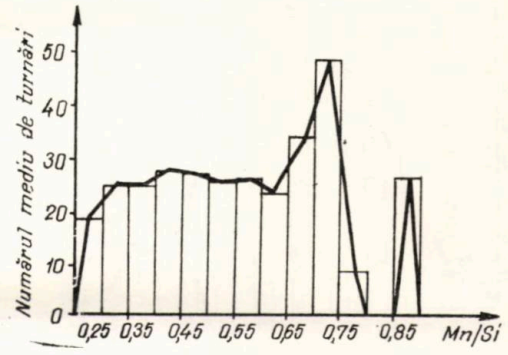


Fig. 4. Variația numărului mediu de turnări pe lingotiere în funcție de raportul Mn/Si.

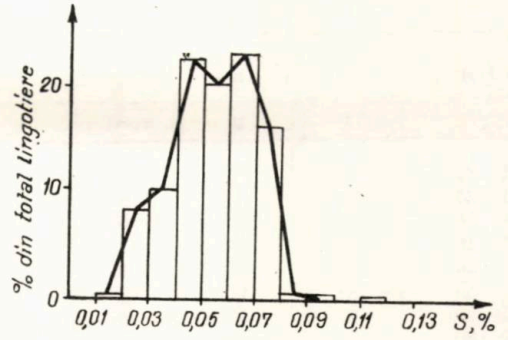


Fig. 6. Repartizarea lingotierelor în funcție de conținutul de sulf.

Tabela 3

Conținut de S, %	Nr. lingotiere pe calități		Nr. turnări pe calități		Media turnării pe calități		Total buc.	Nr. total turnări	Media de turnări
	I	II	I	I	I	II			
0,01	—	1	—	29	—	29	1	29	29
0,02	36	32	1 022	545	28,38	17	68	1 565	23
0,03	35	49	1 047	1 363	29,91	27,8	84	2 410	28,7
0,04	95	97	2 665	2 530	28,05	26	192	5 195	27,1
0,05	90	82	2 734	2 175	30,38	26,7	172	5 909	34,3
0,06	85	113	2 269	3 160	26,68	28	198	5 499	27,4
0,07	65	72	1 798	1 840	27,66	25,6	137	3 638	26,6
0,08	1	2	9	54	9	27	3	63	21
0,09	—	2	—	43	—	21,5	2	43	21,5
0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,12	—	1	—	74	—	47	1	47	47
—	407	451	11 544	11 796	—	—	858	—	—

Un factor important care contribuie la creşterea durabilităţii lingotierelor îl constituie perioada de detensionare (îmbătrînire) naturală.

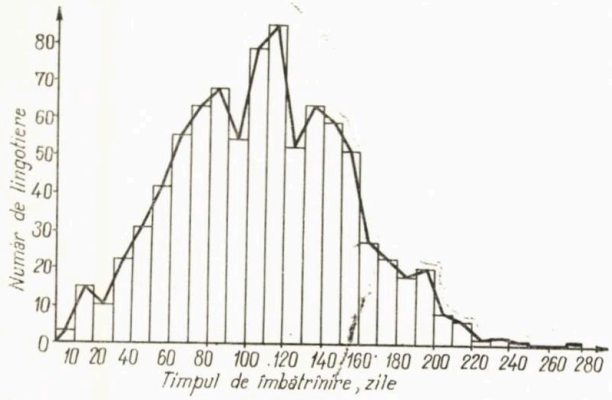


Fig. 7. Repartizarea lingotierelor pe intervale de zile, îmbătrînire naturală (detensionare).

Acest lucru denotă că durata optimă de îmbătrînire la formatul de lingotieră de 25 t este cuprins între 3 şi 6 luni (fig. 8); peste această

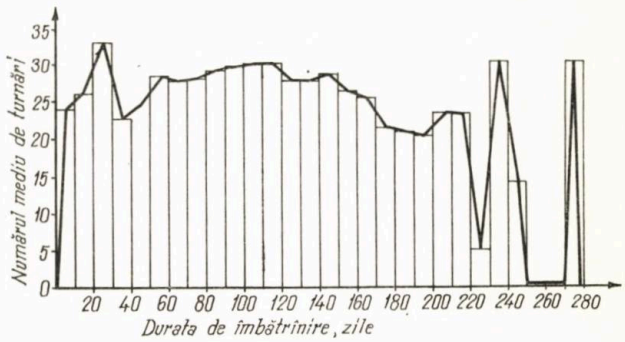


Fig. 8. Variaţia numărului mediu de turnări în funcţie de durata de îmbătrînire naturală (detensionare).

Tabela 4

Interval (zile)	Nr. lingotiere pe calităţi			Nr. turnări pe calităţi			Media turnări pe calităţi		
	I	II	Total	I	II	Total	I	II	Total
1—10	1	2	3	31	40	71	31	20	23,7
11—20	12	3	15	336	60	396	28	20	26,4
21—30	7	3	10	262	70	332	37,5	23,3	33,2
31—40	14	8	22	327	171	498	23,4	21,4	22,6
41—50	18	13	31	462	287	749	25,7	22	24,2
51—60	31	11	42	950	240	1 190	30,5	21,9	28,3
61—70	25	30	55	721	795	1 516	28,9	26,5	27,6
71—80	36	27	63	1 084	680	1 764	30,2	25,1	28
81—90	32	36	68	985	996	1 981	30,7	27,8	29,1
91—100	24	30	54	757	830	1 587	31,5	27,6	29,4
101—110	37	42	79	1 172	1 191	2 363	31,5	28,5	29,9
111—120	35	50	85	1 214	1 335	2 549	34,5	26,7	30
121—130	24	28	52	679	748	1 427	28,3	26,9	27,4
131—140	18	45	63	493	1 177	1 670	27,4	26	27,4
141—150	23	36	59	601	1 074	1 675	26	29,6	28,4
151—160	22	29	51	555	755	1 310	25,2	26	25,7
161—170	11	16	27	233	442	675	21,1	27,6	25
171—180	11	12	23	226	257	483	20,6	21,5	21
181—190	4	14	18	125	248	373	31,3	17,8	20,7
191—200	11	9	20	210	193	403	19,1	21,5	20,1
201—210	2	6	8	33	155	188	16,5	25,8	23,5
211—220	4	2	6	89	52	141	22,3	26	23,5
221—230	1	—	1	5	—	5	5	—	5
231—240	2	—	2	60	—	60	30	—	30
241—250	1	—	1	14	—	14	14	—	14
251—260	—	—	—	—	—	—	—	—	—
261—270	—	—	—	—	—	—	—	—	—
271—280	1	—	1	30	—	30	30	—	30
281—290	—	—	—	—	—	—	—	—	—

La lingotierele studiate durata de detensionare naturală a fost cuprinsă între cîteva zile şi pînă la 280 zile (fig. 7).

Durata de detensionare naturală a lotului cercetat este de 106,6 zile, majoritatea lingotierelor (671 buc.) fiind cuprinse în intervalul 51—160 zile. Între aceste limite s-au obţinut şi cele mai mari medii ale numărului de turnări pe lingotieră (tabela 4).

limită se pare că efectul îmbătrînirii naturale scade şi deci nu este necesar un timp mai îndelungat de staţionare a utilajului de turnare după fabricare.

Pe baza concluziilor reieşite din acest studiu s-a procedat la aplicarea în practică a unor măsuri ce vor duce, după părerea autorilor, la creşterea durabilităţii lingotierelor fabricate în cadrul C.S. Galaţi.

Conf. dr. ing. I. Dragomir

Institutul politehnic — București

Rolul factorilor hidrodinamici în obținerea oțelurilor de înaltă calitate

CZ 669.14.018.2

În momentul de față în întreaga lume se caută mijloace eficiente pentru îmbunătățirea continuă a calității oțelului, față de care cerințele sînt într-o creștere rapidă.

Fără îndoială că alierea este o cale certă de creștere a caracteristicilor mecanice ale oțelului însă ea nu poate suplini toate carențele procesului tehnologic de elaborare, dezoxidare, turnare și prelucrare a oțelului prin deformare plastică și prin tratament termic.

Latura fundamentală a procesului tehnologic de elaborare a oțelului a făcut mari progrese în ultimii ani, ceea ce permite luarea unor măsuri de îmbunătățire radicală a procesului tehnologic. Deosebit de bine este pusă la punct latura termodinamică a proceselor și, în mai mică măsură, latura cinetică a acestora dar adeseori posibilitățile prezise de analiza termodinamică nu pot fi realizate tocmai din cauza unor factori cinetici. În general, la analiza diferitelor procese care au loc la elaborarea oțelului fazele lichide aflate în interacțiune (oțelul lichid și zgura) sînt privite static, făcîndu-se, în cel mai bun caz, mențiuni cu privire la faptul că acestea de fapt sînt în mișcare.

Se cunoaște cît de pozitiv este efectul fierberii oțelului asupra transmisiei de căldură în interiorul băii metalice, asupra vitezei desfășurării reacțiilor chimice etc. Aceasta se explică prin curenții puternici de convecție care apar în urma efectului de barbotare produs de bulele de oxid de carbon, atunci cînd ele se formează pe vatra cuptorului.

Cuptoarele electrice moderne sînt dotate în prezent cu agitatoare electromagnetice, a căror utilitate este unanim recunoscută. Agitarea electromagnetică a băii metalice elimină supraîncălzirea locală excesivă a oțelului în zona electrozilor și reduce astfel cantitatea de gaze dizolvate în oțel în timpul elaborării și accelerează procesele de afinare și dezoxidare.

În cele ce urmează se va sublinia rolul factorilor hidrodinamici în alte etape ale procesului de elaborare a oțelului, în care acești factori sînt încă prea puțin folosiți în scopul obținerii oțelurilor de înaltă calitate.

Tratamentul sub vid al oțelului. Se știe că tratamentul oțelului sub vid are multiple consecințe favorabile asupra calității oțelului [1], ca: dezoxidarea cu carbon; eliminarea avansată a gazelor din oțel; distrugerea parțială a incluziunilor nemetalice.

La tratamentul sub vid în oala de turnare efectul vidului asupra degazării se resimte numai într-un strat superficial, de grosime nu prea mare, redată de ecuația [2]:

$$h = \frac{10}{\gamma}(P_G - p), \qquad (1)$$

unde γ este greutatea specifică a oțelului;
P_G — presiunea parțială a gazului, în echilibru cu baia metalică;
p — presiunea în camera de vid.

Spre acest strat gazul trece prin difuzie, proces lent în cazul cînd oțelul lichid este perfect liniștit sau are o mișcare laminară. Observațiile făcute în această privință au arătat că în mod obișnuit mișcarea oțelului în oala de turnare este slab turbulentă, viteza de deplasare a masei de oțel fiind sub 1 cm/s, ceea ce explică de ce rezultatele tratamentului sub vid sînt sub cele teoretic previzibile.

În cuptoarele cu inducție, la care elaborarea se face în vid, rezultatele sînt mai bune deoarece curenții Foucault determină curenți de convecție cu o viteză de 1—5 cm/s, ceea ce face ca mișcarea masei de oțel să capete un caracter mai turbulent ($R_e = 2\,000 - 20\,000$) și procesul de transport de substanță să se intensifice simțitor.

Curenți de convecție în oala de turnare pot fi creați și prin barbotarea cu gaz inert. Forța de antrenare a bulelor de gaz poate fi redată prin expresia [3]:

$$F_A = 6\pi\eta r U_\infty \frac{2\eta + 3\eta'}{3\eta + 3\eta'} \qquad (2)$$

unde η este viscozitatea oțelului;
r — raza bulei de gaz;
η' — viscozitatea bulei;
U_∞ — viteza finală a bulei într-un lichid infinit.

Întrucît $\eta' << \eta$, expresia de mai sus devine:

$$F_A = 4\pi\eta r U_\infty \qquad (3)$$

Hammerton şi Garner [4] cosideră că coeficientul de transfer de masă în lichid α_L în cazul bulelor de gaz cu diametru redus poate fi redat calitativ prin relaţia :

$$\alpha_L = \frac{D}{d_e} (20{,}55\, R_e^{1/2}\, S_e^{1/2}), \qquad (4)$$

unde D este coeficientul de difuzie ;
d_e — diametrul bulei sferice de volum echivalent ;
R_e — cifra Reynolds ;

S_e — cifra Schmidt $\left(\frac{\rho \cdot D}{\eta}\right)$,

unde ρ este densitatea lichidului.

Deşi expresia de mai sus are un caracter calitativ ea arată cu claritate că transferul de masă depinde direct de gradul de turbulenţă a lichidului.

În concluzie, agitarea oţelului pe cale electromagnetică sau prin barbotare, intensificînd transferul de masă în oţelul lichid, măreşte eficacitatea tratamentului sub vid în oala de turnare.

Eliminarea incluziunilor nemetalice din oţel. În momentul de faţă reducerea conţinutului de incluziuni al oţelului este una din cele mai importante probleme ale producerii oţelului de calitate superioară deoarece prezenţa incluziunilor afectează o serie de proprietăţi fizice şi fizico-mecanice ale oţelurilor pentru construcţii de maşini (rezilienţa, rezistenţa la oboseală), precum şi proprietăţile altor oţeluri.

În literatura de specialitate problema genezei şi morfologiei incluziunilor nemetalice este tratată pe larg. Mult mai restrîns sînt abordate aspectele legate de dinamica incluziunilor în perioada ulterioară germinaţiei, înţelegînd prin aceasta creşterea dimensiunilor şi a numărului incluziunilor în timp şi dependenţa lor de diverşi factori.

În ce priveşte creşterea incluziunilor nemetalice aceasta poate avea loc pe următoarele căi :

— Creşterea germenilor prin difuzia oxigenului dizolvat în aliaj.

— Creşterea incluziunilor prin difuzia oxigenului de la incluziunile mici, care nu se află în echilibru cu aliajul (aşa-numita coalescenţă difuzivă).

— Creşterea incluziunilor prin coliziune datorită mişcării browniene.

— Coliziunea incluziunilor ca urmare a vitezei diferite de ascensiune, datorită diametrului diferit al particulelor.

— Coliziunea incluziunilor ca urmare a mişcării topiturii metalice şi apariţiei gradienţilor de viteză. Se poate considera că procesul de creştere a incluziunilor nemetalice cuprinde două etape. În prima etapă, a cărei durată este condiţionată de procesele de germinaţie şi difuzie, conţinutul de oxigen aflat sub formă de produse de dezoxidare este în continuă creştere datorită faptului că încă nu s-a atins echilibrul oxigen — dezoxidant ; în cea de-a doua etapă, care începe după ce s-a atins echilibrul, conţinutul de oxigen sub formă de incluziuni rămîne în mod practic neschimbat dacă reoxidarea topiturii metalice este exclusă. În ambele etape are loc o continuă eliminare a incluziunilor din baia metalică.

După [5], [6] procesul de creştere a incluziunilor prin difuzie poate fi redat prin expresia :

$$r^2 = r_*^2 + \frac{2DM_{ox}}{\rho_{ox}} (C_\infty - C_r) \cdot \tau, \qquad (5)$$

unde r este raza incluziunii ;
r_* — raza germenului critic în momentul $\tau = 0$;
D — coeficientul de difuzie a elementului cu viteza minimă de difuzie ;
M_{ox} — greutatea moleculară a oxidului (incluziunii) ;
ρ_{ox} — densitatea oxidului (incluziunii) ;
C_∞ — concentraţia elementului ce difuzează, la distanţă mare de incluziune ;
C_r — concentraţia elementului ce difuzează, la contactul cu suprafaţa unei incluziuni cu raza r şi în momentul τ.

Creşterea incluziunilor ca urmare a coalescenţei prin difuzie poate fi redată prin expresia [7] :

$$\Delta C = C_{(r_1)} - C_{(r_2)} = \frac{2 \cdot \sigma V_m C}{RT} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right), \qquad (6)$$

unde : ΔC este diferenţa de concentraţie a solvatului între particulele cu raza r_1 şi r_2 ;
$C_{(r_1)}$ — concentraţia în echilibru cu o particulă de rază r_1 ;
$C_{(r_2)}$ — concentraţia în echilibru cu o particulă de rază r_2 ;
σ — tensiunea interfacială ;
V_m — volumul molar al oxidului (incluziunii) ;
C — concentraţia solvatului în topitura metalică la echilibru.

Coliziunea ca urmare a mişcării browniene are o importanţă redusă din punct de vedere al creşterii prin coalescenţă şi al eliminării incluziunilor nemetalice deoarece ea poate avea loc numai în etapa iniţială, cînd dimensiunile sînt foarte mici (cîţiva microni).

Consideraţiile de mai sus duc la concluzia că creşterea incluziunilor se produce în principal prin coliziuni care au loc prin ultimele două

mecanisme menţionate iniţial, şi anume : coliziunea datorită vitezelor diferite de ascensiune a incluziunilor şi coliziunea datorită gradienţilor de viteză din masa topiturii metalice.

În cele ce urmează vor fi analizate cîteva aspecte legate de ultimul tip de coliziuni.

Levici [8] a arătat că în regimul turbulent există o dimensiune minimă a turbioanelor, dată de expresia :

$$\lambda_0 = \left(\frac{\nu^3 \, l}{U_l} \right)^{1/4}, \qquad (7)$$

unde :

ν este viscozitatea cinematică ;
l — diametrul vasului ;
U_l — viteza macroscopică de curgere.

Turbioanele cu dimensiuni sub λ_0 sînt puternic atenuate de forţele de viscozitate şi de aceea nu se pot naşte gradienţi de viteză la distanţe $\ll \lambda_0$.

Mărimea gradientului de viteză este dată de expresia :

$$\text{grad } u \cong \frac{U_l^{3/2}}{\nu^{1/2} \, l^{1/2}} \qquad (8)$$

În cazul cînd se ciocnesc două incluziuni cu rază r_1 şi respectiv r_2, frecvenţa coliziunilor este dată de relaţia [7] :

$$I = \frac{4}{3} \, n_1 n_2 \, \Delta U (r_1 + r_2)^3, \qquad (9)$$

unde :

n_1 şi n_2 reprezintă numărul de incluziuni cu raza r_1 şi r_2 ;
ΔU — diferenţa de viteză dintre incluziuni.

Frecvenţa coliziunilor între incluziuni este deci proporţională cu gradienţii de viteză creaţi în masa oţelului. Din expresia (8) rezultă că gradientul de viteză este, la rîndul său, proporţional cu viteza de mişcare a oţelului, respectiv cu gradul de turbulenţă, căci

$$R_e = \frac{D \cdot U}{\nu}, \qquad (10)$$

unde :

R_e este cifra Reynold ;
ν — viscozitatea cinematică a oţelului ;
D — diametrul hidraulic al vasului (oalei de turnare).

Aşadar, agitînd într-un mod sau altul (pe cale electromagnetică sau barbotare) oţelul lichid şi mărind astfel gradul de turbulenţă, se crează gradienţi mari de viteză în masa oţelului şi se măreşte frecvenţa coliziunilor nemetalice, ceea ce duce, în ultimă instanţă, la creşterea dimensiunilor medii ale incluziunilor şi la eliminarea lor mai rapidă din oţel, aceasta rezultînd din legea lui Stokes :

$$U_i = \frac{2}{9} \, g \, r^2 \, \frac{(\rho_0 - \rho_i)}{\eta}, \qquad (11)$$

unde : U_i este viteza de ridicare la suprafaţă a incluziunilor nemetalice ;
r — raza incluziunilor sferice ;
ρ_0 şi ρ_i — densitatea oţelului şi a incluziunii ;
η — viscozitatea dinamică a oţelului.

În cazul cînd incluziunile nemetalice sînt lichide, ca rezultat al coliziunilor, are loc un proces de coalescenţă. Dacă incluziunile sînt solide, coliziunea lor poate produce un proces de formare a unor conglomerate. În ambele cazuri are loc o creştere a incluziunilor şi deci eliminarea lor mai uşoară din oţel.

Cele de mai sus prezintă o mare importanţă practică, fapt confirmat de rezultatele experimentale obţinute atît în condiţii de laborator, cît şi în condiţii industriale.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dragomir I. Metalurgia, nr. 3, 1966.
[2] Iwanciw E. şi Golonka J. Archiwum Hutnictwa, vol. II, 1957, p. 1.
[3] Rybczinski W. Bull int. Acad. pol. Sci. Lett. Ser. A. 1911.
[4] Hammerton D. şi Garner F. H. Trans. Inst. Chem. Engineers, 32, 1954, supplement 518—524.
[5] Sano N., Shiomi S. şi Matsuchita Y. Tetsu to Hagane 51, 1965, p. 19—38.
[6] Von Bogdandy L., Mayer W. şi Stranski I. N. Archiw für das Eisenhüttenwesen, 32, 1961, p. 451 — 460.
[7] Greenwood G. W. Acta Metallurgica 4, 1956, p. 243 — 248.
[8] Levici V. G. Physicochemical Hydrodynamics. New-York, Prentice-Hall, 1962.

Proiectarea ajustajelor de tablă groasă

Ing. A. Lederer

Institutul de proiectări tehnologice pentru laminoare

CZ 621.753.2 : 669.14 – 415 : 6.001.13

Într-un articol anterior [1] s-au analizat agregatele principale ale subsecţiilor de ajustaj şi tratament termic ale laminoarelor moderne de tablă groasă. Prezentul articol tratează problemele legate de proiectarea ajustajelor de tablă groasă ; sînt prezentate cîteva din cele mai noi instalaţii.

Componenţa liniilor de tăiere. În figurile 1 *a*—*f* sînt prezentate schemele cele mai caracteristice ale liniilor pentru tăierea marginilor şi divizarea tablelor groase. Figurile 1, *a* şi 1,*b* reprezintă schemele liniilor singulare (cu foarfece cu discuri şi, respectiv, cu foarfece dublu) şi se aplică în cazul laminoarelor care au în general capacităţi sub 1 mil. t/an. Figura 1, *c* reprezintă o linie combinată (foarfece cu discuri şi foarfece dublu), care are o productivitate mai mare decît liniile singulare însă capacitatea foarfecelor pentru tăierea marginilor nu poate fi folosită integral datorită alimentării comune. Figurile 1, *d*—*f* reprezintă schemele ajustajelor cu două linii de tăiere, aplicate în cazul laminoarelor de mare capacitate (în general peste 1 mil. t/an). La toate schemele cu foarfece dublu pentru margini (fig. 1, *b*—1, *e*) s-au prezentat cele două variante posibile : foarfecele de divizare amplasat la distanţă şi, respectiv, formînd o unitate combinată cu foarfecele dublu.

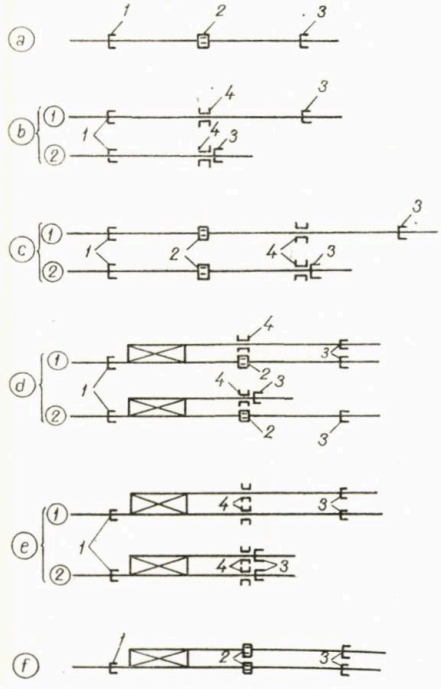


Fig. 1. Schemele caracteristice ale liniilor pentru tăierea marginilor şi divizarea tablelor :

1 – foarfece de şutare ; *2* – foarfece cu discuri pentru tăierea marginilor ; *3* – foarfece de divizare ; *4* – foarfece dublu pentru tăierea marginilor.

Liniile de tăiere din figura 1 reprezintă schemele de bază. Evident, în funcţie de sortiment şi producţia necesară se pot aplica variante sau combinaţii ale schemelor de bază. Astfel, în cazul unor lungimi finite mici la o singură linie de tăiere se pot prevedea două foarfece de divizare, iar în cazul unor capacităţi foarte mari de producţie şi (sau) al unui sortiment dimensional defavorabil ajustajul poate cuprinde trei linii de tăiere sau o linie de tăiere combinată (fig. 1, *c*) şi o linie de tăiere singulară (fig. 1, *a* sau 1, *b*). De asemenea, în funcţie de planul de ansamblu adoptat pentru întregul ajustaj cele două linii de tăiere din schemele din figurile 1, *d*—1, *f* pot avea fluxuri cu sensuri diferite (în fig. 1 liniile au fluxuri paralele).

În figurile 2, *a*—*c* sînt reprezentate schemele liniilor de tăiere prevăzute şi cu foarfece de despicare, de tip disc (fig. 2, *a*) sau de tip ghilotină cu tăiere rulantă (fig. 2, *b* şi 2, *c*). Şi aici, în cazul schemelor cu foarfece dublu pentru margini, s-au prevăzut două variante : foarfecele dublu amplasat la distanţă şi, respectiv formînd o unitate combinată cu foarfecele de divizare (fig. 2, b_2) sau cu foarfecele de despicare (fig. 2,c_2). La schemele din figura 2, *b*, foarfecele de despicare este amplasat după foarfecele de divizare, iar la schemele din figura 2, *c* ordinea de amplasare este inversă. În primul caz, despicarea efectuîndu-se după divizare, productivitatea este diminuată (datorită poziţionării frecvente a tablelor), iar despicarea se poate aplica numai

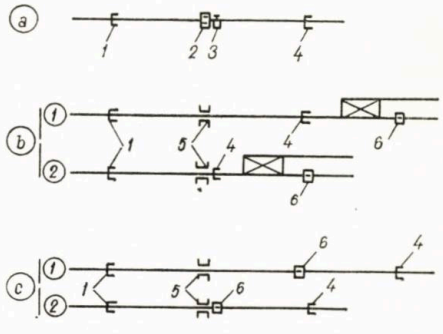


Fig. 2. Schemele liniilor de tăiere cuprinzînd şi foarfece de despicare :

1 – foarfece de şutare ; *2* – foarfece cu discuri pentru tăierea marginilor ; *3* – foarfece cu discuri pentru despicare ; *4* – foarfece de divizare ; *5* – foarfece dublu pentru tăierea marginilor ; *6* – foarfece de despicare cu tăiere rulantă.

tablelor peste o anumită lungime, tablele mai scurte urmînd să fie evacuate lateral, înainte de despicare. De aceea, la laminoarele noi se preferă efectuarea operației de despicare înainte de divizare (fig. 2, *c*), în care caz productivitatea foarfecelui de despicare este egală cu cea a foarfecelui de margini. La amplasarea independentă a foarfecelui de despicare (fig. 2, *b* și 2, c_1), acesta poate fi fix, urmînd ca tabla să fie poziționată corespunzător, în timp ce la amplasarea combinată cu foarfecele de margini (fig. 2, c_2) se poziționează foarfecele de despicare în funcție de lățimea de tăiere. Cu toate acestea, la instalațiile noi se preferă amplasarea combinată, care reduce lungimea liniei de tăiere și elimină poziționarea separată a tablei la despicare. Se menționează că, în scopul tăierii simultane la lungimi diferite a tablelor rezultate prin despicare, calea cu role de alimentare a foarfecelui de divizare este formată din două secțiuni comandate separat, iar oprirea tablelor este realizată prin două role de măsurare independente [2].

Productivitatea ajustajelor. Agregatele principale din ajustaj (în special paturile de răcire și liniile de tăiere) trebuie astfel dimensionate încît să poată prelua productivitatea orară a liniei de laminare (cuptoare de încălzire și caje).

Paturile de răcire pot fi dimensionate pe baza curbelor de răcire întocmite pentru diverse grosimi de tablă sau pe baza unor date practice. Astfel, paturile de răcire de construcție modernă și cu o bună circulație a aerului au o productivitate specifică teoretică de 150—200 kg/m²h (pentru răcire la 50—100°C). Pentru a determina productivitatea practică a paturilor trebuie să se țină seamă de variația lungimii tablelor (deci de utilizarea lățimii totale a patului) și de variația grosimii tablei (ceea ce se reflectă în menținerea suplimentară pe pat a tablelor de grosime redusă). În funcție de sortimentul prevăzut, de soluția adoptată pentru amplasarea paturilor și, în mare măsură, de programarea laminorului, productivitatea specifică practică variază în limite largi (50—150 kg/m²h).

Se menționează că productivitatea patului de răcire depinde foarte puțin de grosimea tablei deoarece atît încărcătura patului, cît și transmisia de căldură prin radiație — elementul determinant pentru timpul de răcire — sînt direct proporționale cu grosimea. De asemenea, la paturile de răcire moderne (pășitoare sau cu discuri), lățimea tablei influențează în foarte mică măsură productivitatea deoarece distanța dintre table este minimă.

Liniile de tăiere se dimensionează pe baza vitezelor de tăiere ale foarfecelor pentru margini, ținînd însă seamă și de foarfecele de divizare, care pot deveni agregate strangulante în special în cazul lungimilor finite mici ale tablelor.

Foarfecele cu discuri cele mai noi, avînd viteze teoretice de tăiere pînă la 120 m/min, asigură productivități ridicate (pînă la 500 t/h, în funcție de sortiment). Se menționează însă că important pentru realizarea unor productivități ridicate ale foarfecelor cu discuri nu este numai viteza de tăiere, ci și siguranța în funcționare (în special în ceea ce privește conducerea tablei, ghidarea și mărunțirea marginilor), precum și asigurarea unor pauze cît mai mici între două table. Ținînd seamă de toți acești factori, vitezele medii practice de tăiere nu depășesc 30—40 m/min.

Foarfecele dublu pentru margini are viteze teoretice de tăiere de 20—35 m/min (la Dillingen 42 m/min), iar pauza dintre două table fiind mică, vitezele practice sînt apropiate de cele teoretice. Datorită sortimentului foarte larg al tablelor groase, productivitatea variază între limite largi; astfel, în timp ce pentru tablele cele mai ușoare productivitatea este sub 100 t/h, în cazul grosimilor și lățimilor foarte mari (de exemplu table de 40 × 4 000 mm) productivitatea poate atinge și 1 000 t/h. În cazul cînd foarfecele dublu de margini este cuplat cu foarfece de divizare, productivitatea este cu 20—30% mai mică datorită divizării, tăierii și evacuării șutajelor.

Productivitatea foarfecelui de divizare depinde de lungimea tablelor finite și de construcția utilajelor de poziționare și ghidare care trebuie să asigure pauze cît mai scurte între două table și respectiv între două tăieri. La instalațiile moderne viteza medie de lucru a foarfecelor de divizare este de 15—30 m/min.

În tabela 1 și figura 3 sînt reprezentate productivitățile liniei de laminare (cuptoare și caje) și ale agregatelor de bază din ajustaj (paturi de răcire, linii de tăiere) pentru un laminor cu două caje reversibile, în cazul laminării tablelor de 2 500 mm lățime. Bazele de calcul au fost următoarele:

— lungimea medie de laminare — 45 m (cu excepția tablelor sub 10 mm și peste 25 mm grosime, pentru care lungimea este mai mică);
— greutatea maximă a sleburilor, 24 t;
— trei cuptoare de încălzire de cîte 30 × 9 m;
— două paturi de răcire de cîte 50 × 50 m.

Pentru liniile de tăiere s-au considerat două variante:

— Varianta I: o linie de tăiere cu un foarfece cu discuri și un foarfece de divizare;
o linie de tăiere cu un foarfece dublu și un foarfece de divizare.
— Varianta a II-a: două linii de tăiere identice, fiecare avînd un foarfece dublu și un foarfece de divizare.

Tabela 1

Dimensiunile tablei, mm	Slebul		Productivităţile													
	Dimensiuni, mm	Masa, t	Cuptoare (1)		Caje (2)		Paturi de răcire (3)		Foarfece dublu		Foarfece cu discuri		Foarfece de divizare		Linia de tăiere (4)	
			kg/m²h	t/h	ritm de laminare, s	t/h (k = 0,8)	kg/m²h	t/h	m/min	t/h (k = 0,8)	m/min	t/h (k = 0,8)	m/min	t/h (k = 0,8)	Varianta I	Varianta a II-a
5 × 2500 × 40000	150 × 1500 × 2200	3,9	900	360	80	140	100	500	21	99	30	141	25	118	217	198
10 × 2500 × 45000	200 × 1800 × 3100	8,8	850	475	80	315	110	550	21	198	30	282	25	235	433	396
15 × 2500 × 45000	250 × 2000 × 3400	13,3	800	490	80	475	110	550	19	269	30	425	25	353	622	538
20 × 2500 × 45000	280 × 2000 × 4000	17,5	780	560	80	632	110	550	18	340	25	470	22	413	743	680
25 × 2500 × 45000	320 × 2200 × 4000	22,1	720	520	80	800	110	550	17,5	413	20	472	19	450	863	826
30 × 2500 × 40000	350 × 2200 × 4000	24,0	700	505	75	915	100	500	17	482	—	—	17	482	482	964
40 × 2500 × 30000	350 × 2200 × 4000	24,0	700	505	70	990	90	450	15	565	—	—	15	565	565	1 130

Obs:
(1) Trei cuptoare de încălzire de cîte 30 × 9 m.
(2) Laminor cu două caje cvarto reversibile.
(3) Două paturi de răcire de cîte 50 × 50 m.
(4) Varianta I: — o linie de tăiere cu un foarfece cu discuri şi un foarfece de divizare;
— o linie de tăiere cu un foarfece dublu şi un foarfece de divizare.
Varianta a II-a: — două linii de tăiere identice, fiecare avînd un foarfece dublu şi un foarfece de divizare.

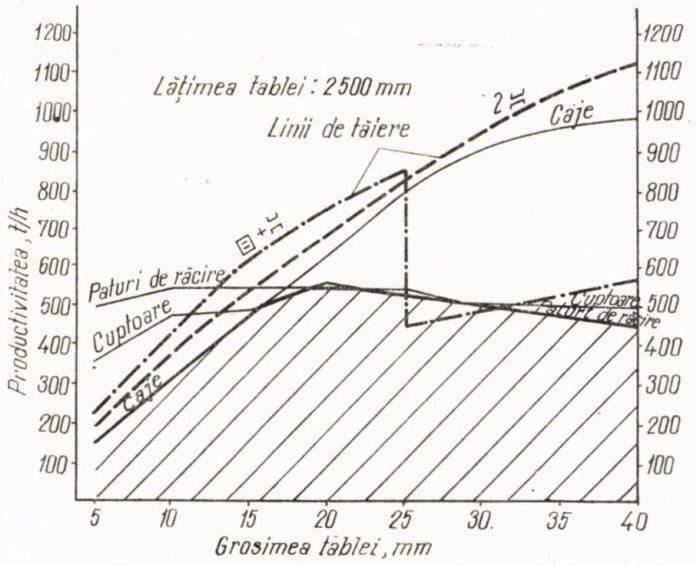


Fig. 3. Productivităţile subsecţiilor unui laminor de tablă groasă.

Comparînd cele două variante rezultă că în condiţiile date, pentru table pînă la 25 mm grosime (limita maximă pentru foarfecele cu discuri), varianta I are o productivitate mai mare cu 10—15% (se menţionează însă că dacă se consideră numai tăierea marginilor, neglijînd divizarea, această diferenţă poate atinge 20—30%). Pentru tablele de peste 25 mm grosime varianta a II-a este mult mai favorabilă, productivitatea fiind dublă; dacă se ia însă în considerare şi limitarea impusă de utilajele de bază din amonte—cuptoare, caje, paturi de

răcire (zona haşurată din figura 3), diferenţa de productivitate este relativ mică (max. 15%) şi numai pentru grosimi de 25—30 mm. Pe de altă parte însă, în cazul unor laminoare proiectate pentru capacităţi foarte mari (peste 2 mil. t/an), la care prin extinderea cuptoarelor şi paturilor capacitatea utilajelor din amonte se poate mări pentru a permite utilizarea optimă a posibilităţilor cajelor de laminare, varianta a II-a este mult mai indicată, mai ales dacă tablele peste 25 mm reprezintă o parte importantă din program.

O altă concluzie care rezultă din figura 3 priveşte dependenţa dintre grosimea tablei şi productivitatea agregatelor de bază. În timp ce poductivitatea cuptoarelor de încălzire şi a paturilor de răcire este puţin influenţată de grosimea tablei (făcînd abstracţie de grosimile mici care necesită sleburi scurte şi lăţimea cuptoarelor nu poate fi folosită integral şi de grosimile mari la care lăţimea paturilor de răcire nu poate fi folosită integral din cauza greutăţii limitate a sleburilor), productivitatea cajelor şi a liniilor de tăiere creşte aproape proporţional cu grosimea tablei. Dacă se efectuează calculele respective şi pentru alte lăţimi de tablă, rezultă o dependenţă similară între lăţime şi productivitatea agregatelor de bază.

Planul de ansamblu şi componenţa ajustajelor de tablă groasă. Criteriile principale care stau la baza proiectării planului de ansamblu al laminoarele moderne de tablă groasă, în general, şi al ajustajelor, în special, sînt următoarele:

— realizarea unui proces tehnologic raţional, fără încrucişări de fluxuri, la un volum minim de investiţii;

— elasticitate cît mai mare în exploatare;

— posibilităţi optime de extinderi viitoare în scopul măririi capacităţii şi lărgirii sortimentului.

Elementele cele mai importante ale planului de ansamblu şi componenţa ajustajelor de tablă groasă vor fi analizate pe baza unor exemple de laminoare caracteristice construite în ultimii ani şi anume:

a) Laminorul de 4 700—4 100 mm de la Mizushima, cu o capacitate de 1 700 000 t/an, cuprinzînd două caje cvarto-reversibile şi două linii de tăiere [3].

b) Laminorul de 4 724 mm de la Kimitsu, cu o capacitate de 1 680 000 t/an, cuprinzînd două caje cvarto-reversibile şi o linie de tăiere (ajustajul a fost completat ulterior cu o a doua linie de tăiere) [4], [5].

c) Laminorul de 4 700 mm de la Nagoya, cu o capacitate finală de 1 440 000 t/an (după alte surse 1 800 000 t/an), cuprinzînd o cajă cvarto-reversibilă (în final două caje) şi o linie combinată de tăiere [6].

d) Laminorul de 4 700 mm de la Fukuyama, cu o capacitate finală de 1 800 000 t/an, cuprinzînd două caje cvarto-reversibile şi, în prima etapă, o singură linie de tăiere [7].

e) Laminorul de 4 064 mm de la Baytown, cu o capacitate de peste 900 000 t/an, cuprinzînd două caje reversibile (una duo şi una cvarto) şi două linii de tăiere [8].

f) Laminorul de 4 300 mm de la Dillingen, cu o capacitate iniţială de 900 000 t/an, cuprinzînd o cajă cvarto-reversibilă şi o linie de tăiere [9]. Prin extinderile din etapa a doua capacitatea se va mări la 1 800 000 t/an.

g) Laminorul de 3 600 mm de la Gijon, cuprinzînd în prima etapă o cajă cvarto-reversibilă şi o linie de tăiere. Ulterior urmează să se monteze a doua cajă cvarto-reversibilă şi a doua linie de tăiere. După montarea cajei a doua capacitatea se va mări de la 460 000 t/an la 800 000 t/an [10], [11].

h) Laminorul de 4 826 mm de la Taranto, cu o capacitate finală de 1 800 000 t/an, cuprinzînd două caje cvarto-reversibile şi, în prima etapă, o singură linie de tăiere [12].

i) Laminorul de 3 600 mm de la Jdanov cu o capacitate de 1 700 000 t/an, cuprinzînd două caje cvarto-reversibile şi două linii de tăiere (din care una combinată) [13].

j) Laminorul de 5 334—4 724 mm de la Kashima, cuprinzînd două caje cvarto-reversibile şi o linie de tăiere în prima etapă, capacitatea fiind de 1 440 000 t/an [14].

k) Laminorul de circa 3 700 mm de la Oita, cu o capacitate iniţială de 840 000 t/an (capacitatea finală 2 400 000 t/an), cuprinzînd o cajă cvarto-reversibilă şi o singură linie de tăiere în această etapă [15].

Caracteristicile tablelor din ajustajul principal sînt date în tabela 2, iar planurile de ansamblu ale laminoarelor *a*—*h* sînt reprezentate schematic în figura 4. (Se menţionează că în toate exemplele s-a considerat acelaşi sens al fluxului, de la stînga la dreapta).

Laminoarele de la Mizushima, Nagoya, Fukuyama, Taranto şi Jdanov sînt prevăzute cu introducerea fluxului în ajustaj, în timp ce celelalte laminoare au flux liniar. În urma reducerii lungimii totale a ajustajului prin introducerea foarfecelui dublu de margini (şi în special a unităţii combinate de tăiere), precum şi a eliminării unor utilaje (de exemplu, maşina de trasat), multe laminoare se construiesc fără întoarcerea fluxului în ajustaj. Această rezolvare este mai simplă şi mai ieftină, impune însă soluţii adecvate pentru distribuţia favorabilă a tablei în depozit şi este posibilă numai în cazul cînd planul general al uzinei permite dezvoltarea pe lungime.

Cu excepţia laminoarelor de la Oita, Jdanov şi Gijon, instalaţiile analizate nu cuprind foarfece de şutare şi divizare la cald. La Oita s-a aplicat o soluţie nouă, prin cuplarea acestui foarfece cu maşina de îndreptat la cald.

Spre deosebire de unele laminoare construite în trecut, care erau prevăzute cu două maşini de îndreptat la cald în fluxul principal, la-

Tabela 2

Firma și orașul	Grosimea, mm	Lățimea finită, mm	Lungimea brută maximă, m	Lungimea finită, m	Greutatea maximă a tablelor brute, t	Rezistența maximă la rupere pentru grosimea maximă, daN/mm²
Kawasaki-Mizushima	4,5—40	915—4 500	42	2—20 (30)	25	50
Nippon Steel-Kimitsu	4,5—40	900—4 500	40	3—25		80
Nippon Steel-Nagoya	4,5—40	1 400—4 500	45	2—30 (36)	20 (30)	80
Nippon Kokan-Fukuyama	4,5—38	1 000—4 400	45	max. 28	26	
United States Steel-Baytown	4,76—38	810—3 800	40			
Dillingen Hüttenwerk-Dillingen	4,0—40	1 000—4 000			20 (40)	100
UNINSA-Gijon	5,0—40	900—3 300	30	2—15 (30)		60
Italsider-Taranto	5,0—40	max. 4 500	52	max. 25	30	80
Azovstal-Jdanov	5,0—50	2 000—3 200	28	max. 28	16	120
Sumitomo-Kashima	4,0—40	max. 4 550		max. 30	25	80
Nippon Steel-Oita	6,0—50	1 200—3 500		3—25	25	

minoarele noi cuprind un singur tip de mașină care acoperă întregul sortiment de bază (pînă la circa 40 mm grosime). O excepție reprezintă laminorul de la Jdanov, prevăzut cu două mașini pentru table de 5—17 mm și o mașină pentru table de 18—50 mm.

În ceea ce privește amplasarea paturilor de răcire se preferă fluxul paralel; fluxul continuu, deși permite păstrarea ordinii tablelor de la laminare (ușurînd astfel programarea și urmărirea tablelor) se aplică mai rar (Fukuyama, Baytown) deoarece nu permite separarea tablelor după grosime (ceea ce micșorează productivitatea) și nici o etapizare a construcției paturilor. La Baytown și Gijon au fost prevăzute paturi de răcire separate pentru table foarte groase (soluție aplicată anterior și la Burns Harbor), iar la Jdanov tablele peste 50 mm sînt evacuate după caja degrosisoare.

Pentru controlul suprafeței tablelor în flux soluția cea mai răspîndită constă în montarea unor paturi separate cu răsturnătoare (Dillingen, Taranto, Gijon, Oita), aplicîndu-se însă și montarea răsturnătorului lîngă calea cu role, imediat după paturile de răcire (Mizushima, Fukuyama, Nagoya, Kashima) sau la capătul patului de răcire (Baytown). La Nagoya, pe lîngă răsturnătorul amplasat lîngă calea cu role imediat după paturile de răcire, s-au prevăzut două paturi de curățare cu răsturnătoare la capătul ajustajului la rece. La Jdanov controlul și curățarea suprafeței tablelor se fac după liniile de tăiere, pe paturi prevăzute cu răsturnătoare. O soluție nouă a fost aplicată la Kimitsu, unde controlul feței inferioare a tablei se face sub calea cu role prevăzută cu o construcție adecvată și cu o iluminare specială.

Deși controlul structurii cu ultrasunete în fluxul principal a fost prevăzut la mai multe laminoare moderne (Gijon, Taranto, Oita, Kashima, Jdanov), utilizarea acestui procedeu nu s-a generalizat. Explicația constă, probabil, în faptul că instalațiile detectează numai o mică parte din suprafața tablei, iar interpretarea defectelor este dificilă și subiectivă. În general se aplică procedeul cu traversare și unde perpendiculare, la care transmisia undelor ultrasonore se face prin jeturi de apă. La procedeul clasic temperatura maximă a tablei controlate este limitată la circa 200°C, datorită evaporării apei; la Yawata și Wakayama, printr-o prerăcire cu apă înaintea jeturilor de transmisie, s-au putut controla în flux table cu temperatura pînă la 300—380°C.

Pentru imprimarea și schimbarea automată a numeroaselor cifre și semne necesare pentru identificarea tablelor s-au încercat în trecut mai multe tipuri de mașini de marcat, fără să se obțină rezultate suficient de satisfăcătoare; de aceea, marcarea se efectua în general manual. La mai multe laminoare noi (Mizushima, Kimitsu, Gijon, Jdanov) au fost montate mașini de marcat; nu se cunosc însă rezultatele din exploatare.

Cu excepția laminoarelor de la Kimitsu, Fukuyama și Jdanov, instalațiile analizate nu sînt prevăzute cu mașini de trasat, deoarece la liniile moderne de tăiere poziționarea laterală a tablelor se realizează prin dispozitive optice, iar fixarea lungimilor de tăiere, prin role de măsurare. În aceste condiții singura justificare a mașinilor de trasat constă în fixarea aproximativă a liniilor de separare a tablelor finite pentru a putea efectua marcarea.

Laminoarele analizate (cu excepția instalației de la Taranto și Gijon) sînt prevăzute cu foarfece de șutare la rece pentru asigurarea unor capete drepte ale tablelor. Aceste foarfece pot fi folosite și pentru predivizare sau tăierea fîșiilor de probe. La Taranto sînt două foarfece de divizare, unul fiind folosit în primul rînd pentru șutare și probe.

Numărul și tipul liniilor de tăiere se aleg în funcție de producția necesară și de sortiment. La Mizushima, Kimitsu, Fukuyama, Dillingen, Gijon (în prima etapă), Taranto și Kashima sînt numai linii de tăiere cu foarfece dublu pentru margini, la Oita este o linie cu foarfece

cu discuri (în prima etapă), la Nagoya — o linie combinată (foarfece cu discuri + foarfece dublu), la Baytown și Gijon (în etapa finală) — o linie cu foarfece cu discuri și o linie cu foarfece dublu, iar la Jdanov o linie combinată și o linie cu foarfece dublu.

Datorită pretențiilor ridicate ale consumatorilor, privind planeitatea tablelor, laminoarele noi sînt prevăzute în general cu mașini de îndreptat la rece, soluția cea mai răspîndită fiind amplasarea acestora în flux (Mizushima, Kimitsu, Dillingen, Gijon).

Evacuarea tablelor din ajustaj se realizează prin stivuitoare laterale (Mizushima, Nagoya, Jdanov, Gijon, Taranto) sau macarale portale cu magneți (Fukuyama, Baytown, Dillingen). Soluția aplicată depinde, în primul rînd, de greutatea medie a tablelor: în cazul unor table mai mici se recomandă stivuitoarele, iar pentru table mai grele sînt mai indicate macaralele-portal, care prezintă și avantajul că permit stivuirea unei părți din table direct în depozit, pe beneficiari sau pe dimensiuni. La Kimitsu, Kashima și Oita s-a aplicat o soluție nouă, constînd din stivuirea longitudinală a tablelor și evacuarea stivelor printr-o cale cu role în mai multe hale transversale de depozitare.

În funcție de program și condițiile de livrare, ajustajele de tablă groasă sînt prevăzute cu o serie de utilaje suplimentare, amplasate în general în afară de flux (instalații de tăiere autogenă, linii auxiliare de tăiere la dimensiuni și forme speciale, linii de îndreptare, linii de curățare, instalații de sablare și vopsire). O soluție interesantă a fost aplicată la Kimitsu, unde utilajele de ajustare suplimentară sînt legate între ele prin intermediul macaralelor de stivuire și căilor cu role. De asemenea, la acest laminor se remarcă numărul mare de răsturnătoare de tablă pentru controlul final din ajustajul suplimentar și din depozit.

Manipularea tablelor în depozit și încărcarea lor în vagoane se efectuează exclusiv cu poduri rulante cu traverse și magneți. În scopul asigurării unei elasticități și siguranțe ridicate în exploatare au fost realizate construcții perfecționate (astfel, s-au construit poduri cu coloană rigidă telescopică și rotitoare, prevăzută cu traversă telescopică; deschiderea traversei se fixează din cabină în funcție de lungimea tablei).

După cum s-a arătat majoritatea laminoarelor moderne sînt prevăzute cu instalații de tratament termic. Normalizarea se efectuează, în general, în cuptoare amplasate în depozit, tablele încărcîndu-se în stare rece, de multe ori însă se prevede o legătură cu fluxul principal (Dillingen, Kimitsu), pentru a reduce manipulările. Normalizarea tablelor direct după laminare, cu încărcare în stare caldă, soluție foarte răspîndită în trecut și aplicată uneori și la instalațiile noi (Hartlepool, Jdanov, Gijon), pierde teren, datorită faptului că normalizarea este înlocuită din ce în ce mai des cu laminarea controlată, iar în cazul unei cantități relativ scăzute de table normalizate, amplasarea cuptorului în afară de flux este mai favorabilă, permițînd sortarea tablelor înainte de normalizare și funcționarea independentă a cuptorului față de linia de laminare. (Încărcarea tablelor în stare caldă, imediat după laminare, care pune probleme dificile de sincronizare, poate să fie avantajoasă numai în cazul unei cantități mari de table normalizate, datorită productivității ridicate și consumului redus de combustibil).

Îmbunătățirea se efectuează în instalații amplasate independent de linia de laminare (excepție instalația de la Fukuyama, care are o legătură cu fluxul principal). Cuptoarele de încălzire pentru călire pot fi folosite și pentru normalizare, iar uneori și cuptoarele de revenire se prevăd pentru temperaturi mai înalte, permițînd normalizarea. În cazul unor producții inițiale mai mici, instalația de îmbunătățire poate cuprinde un singur cuptor, folosit atît pentru călire, cît și pentru revenire și normalizare. Evident, ulterior instalația respectivă poate fi completată cu al doilea cuptor, pentru separarea operației de încălzire pentru călire de operația de revenire (Nagoya). Toate instalațiile noi de îmbunătățire cuprind mașini de călire cu role (Nagoya, Fukuyama, Baytown, Mizushima).

Concluzii și tendințe viitoare. Progresele mari realizate în ultimii ani în ajustajele de tablă groasă vor continua și în viitor, în scopul măririi productivității, îmbunătățirii calității și reducerii prețului de cost al tablelor.

Mărirea capacității de producție a laminoarelor (instalațiile noi vor avea capacități de peste 2 mil. t/an) va impune introducerea unor soluții noi în ajustaje. Astfel, pe lîngă construirea unor foarfece cu discuri pentru tăierea marginilor tablelor cu grosimea pînă la 40 mm, vor trebui realizate foarfece de divizare volante, care să poată prelua producția foarfecelui cu discuri.

Operațiile cu volum mare de muncă, cu un grad redus de mecanizare în prezent (în special marcarea tablelor și prelevarea probelor) vor trebui efectuate de mașini automate, ținînd seamă de faptul că la o producție ridicată, operațiile respective blochează un număr mare de oameni și pot strangula producția. În același timp vor trebui depuse eforturi pentru simplificarea acestor operații; astfel, de exemplu, este indicat ca standardele și prescripțiile beneficiarilor să nu pretindă decît numărul minim de semne la marcare, strict necesare pentru indentificarea tablei.

Asigurarea unei calitați superioare a tablelor este legată — pe lîngă perfecționarea agregatelor

de bază — de introducerea unor aparate pentru măsurareadimensiunilor tablei, pentru controlul stării supr afeței și al structurii. Controlul ultrasonic se va extinde probabil pe măsura măririi domeniului de aplicabilitate și al obiectivismului în apreciere. Totuși pare puțin probabilă — cel puțin în viitorul apropiat — realizarea comenzii automate a foarfecelor în funcție de controlul ultrasonic (ceea ce era considerat anterior ca obiectiv final).

Normalizarea tablelor va fi înlocuită probabil din ce în ce mai mult prin laminare controlată, în schimb îmbunătățirea se va extinde la o gamă cît mai largă de oțeluri în scopul realizării unor valori ridicate ale caracteristicilor.

Progrese importante vor fi realizate în domeniul automatizării complexe a ajustajelor, avînd ca funcțiuni următoarele sarcini principale : comanda automată și eventual optimizarea procesului tehnologic la agregatele de bază ; conducerea și urmărirea tablelor pe întregul parcurs al ajustajului ; emiterea instrucțiunilor și colectarea datelor pentru toate operațiile ; programarea și evidența comenzilor. Aceste funcții vor fi realizate de sisteme integrate de calculatoare de proces și operaționale ; desigur, soluțiile adoptate vor trebui să fie concepute pentru ansamblul laminorului ținînd seamă și de linia de laminare, pentru a asigura controlul și conducerea automată a fabricației de la primirea comenzilor pînă la expediția produselor finite.

BIBLIOGRAFIE

[1] Lederer A. *Ajustajul tablelor groase (I).* Metalurgia, nr. 4, 1973, p. 207—214.

[2] Fries G. *Combinaison moderne de cisailles dans le laminoir à tôles fortes.* La Métallurgie et la Construction Mécanique, nr. 5, 1972.

[3] Iwamura E. *On the Construction and Operation of Mizushima Iron Works.* Transactions ISIJ, ianuarie, 1970.

[4] Fujiki S. *On the Construction and Operation of the Kimitsu Iron Works.* Transactions ISIJ, iulie, 1970.

[5] Mine T., Miyazaki Y., Sogawa H. și Ito M. *Data Processing System at Heavy Plate Mill.* Internationale Eisenhüttentag, 1970 „Automatisierung in Hüttenwerken". Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 1970.

[6] Yoshizawa. *Outline of 4 700 mm Plate Mill for Nagoya Works.* Fuji Iron. & Steel Co, Ltd. Ishikawajima Harima Engineering Review, nr. 42, vol. 8, 1968.

[7] Ogawa K. *Large Plate Mill for Fukuyama Works, Nippon Kokan K.K.* Ishikawajima Harima Engineering Review, vol. 9, nr. 43, 1968.

[8] * * * *U.S. Steel's Texas Works.* Iron and Steel Engineer, nr. 4, 1971.

[9] * * * *Neues Grobblechwalzwerk.* Stahl und Eisen, nr. 6, 1972,

[10] * * * *Ajustajul de tablă groasă de la UNINSA.* Schemă de referință — Schloemann.

[11] Münker C. și Urban G. *Planung und Ausführung eines neuen integrierten Hüttenwerkes.* Klepzig Fachberichte, nr. 10, 1972.

[12] * * * *Ajustajul de tablă groasă de la Taranto.* Schemă de referință — Moeller & Neumann.

[13] Mutina Z. *Le plus grand laminoir à tôles fortes du monde en construction dans les aciéries de Vitkovice VZKG.* L'Industrie lourde tchecoslovaque, nr. 8, 1971.

[14] * * * *Kashima Works of Sumitomo Metals* ; in Japan's Iron & Steel Industry, 1971.

[15] Toyoda S. *Nippon Steel's Oita Works.* Iron and Steel Engineer, nr. 3, 1972.

INVENȚII

Brevet australian
Nr. 54606 (51) C.12.b. 11/00

Procedeu și instalație pentru reducerea directă a minereurilor metalice sub formă de concentrate sau oxizi

Procedeul este caracterizat prin aceea că în scopul reducerii (topirii) minereului ce se găsește sub formă de pelete sau brichete, acestea se introduc într-un cuptor special prevăzut cu coloane de carbonizare în care se insuflă un amestec de aer și oxigen preîncălzit la 100—300°C.

Peletele și brichetele se obțin prin amestecarea minereului fin măcinat cu un cărbune aglutinat care are indicele de fluiditate ridicat și cu un liant uzual, urmată de peletizarea (brichetarea) și uscarea în aer și apoi de încălzirea peletelor sau brichetelor pînă la semicocsificarea cărbunelui conținut în ele.

În coloanele de carbonizare se obțin temperaturi de 700—800°C, iar dacă minereul conține o componentă volatilă, de exemplu zinc, aceasta este captată în stare gazoasă în partea superioară a cuptorului. Cuptorul este prevăzut la baza cuvei cu găuri de vînt, un creuzet pentru colectarea topiturii și o gură pentru evacuarea periodică a acesteia.

Brevet românesc
Nr.54.677 (51) B 22 f 9/00
aparținența Uzinei Chimico-Metalurgică Neferal-București

Dispozitiv pentru curățarea zgurei de pe fonta topită

Dispozitivul pentru curățarea și reținerea zgurei de pe fonta topită din oalele de turnare se caracterizează prin aceea că este format dintr-o cutie plutitoare, confecționată din șamotă, plasată înaintea ciocului de turnare al oalei și fixată pe un ax care formează o coardă la gura oalei.

Axul este fixat cu capetele în pereții oalei de turnare, în două lagăre ce permit rotirea lui și înclinarea cutiei plutitoare, care reține zgura, o dată cu înclinarea oalei din timpul turnării.

CONFERINȚA PE ȚARĂ CU BENEFICIARII DE PROFILE FORMATE LA RECE

În cadrul acțiunii generale de înnoire și diversificare a producției în scopul creșterii eficienței economice, sarcină de o deosebită importanță, în cursul lunii martie a avut loc la U. M. Iași *Consfătuirea pe țară cu beneficiarii de profile formate la rece.*

Profilele formate la rece, ca produse noi asimilate în țară în cincinalul trecut, răspund cerințelor actuale de economisire și valorificare superioară a metalului.

Cerințele mereu crescînde ale beneficiarilor au avut ca efect diversificarea considerabilă a gamei profilelor formate la rece și creșterea progresivă a producției. De la două linii de producție, puse în funcțiune în 1966, fabricația s-a extins la patru linii asimilîndu-se fabricația a 586 tipodimensiuni.

Intrarea în funcțiune a noilor linii de fabricație a permis, de asemenea, extinderea domeniului de utilizare a profilelor în industria constructoare de mașini. În prezent o bogată gamă de profile formate la rece se utilizează la fabricația de autocamioane, autobuze, electrofiltre etc.

Cu toate realizările obținute, pentru viitor apare însă necesitatea continuării activității de asimilare a noi profile în vederea satisfacerii mai depline a necesităților din economie, creșterii preciziei de execuție și reducerii continue a consumului de metal. Pentru satisfacerea acestor cerințe actualul plan cincinal prevede creșterea producției prin instalarea de noi linii de fabricație la U. M. Iași și la Uzina Laminorul de tablă din Galați.

Consfătuirea pe țară cu beneficiarii de profile formate la rece se înscrie între acțiunile de informare directă asupra comportării produselor și asupra necesităților de viitor.

Discuțiile care au avut loc atît în cadrul general, cît și în grupele de lucru au permis stabilirea unei orientări mai precise a fabricației de viitor a profilelor formate la rece. Problemele ridicate de către Institutul de proiectări materiale de construcții, Institutul de proiectări și cercetări mașini agricole, Institutul de cercetări și proiectări chimice și altele, precum și de principalii beneficiari ca : Uzina Steagul roșu-Brașov, Uzina Semănătoarea, Uzina de pompe și alții, permit stabilirea unor obiective majore în acțiunea de extindere a fabricației la necesitățile economiei.

Pe această linie se înscriu ca principale probleme urmatoarele :

— tendința de creștere a cererii de profile de tipuri speciale de mare precizie și complexitate ;

— creșterea profilelor cu grosimi de 1,5—2 mm și apariția, pe plan mondial, a profilelor cu grosimea de 10 mm ;

— apariția, pe plan mondial, a profilelor cu lățimi desfășurate între 500 și 800 mm ;

— creșterea ponderii profilelor din oțeluri slab aliate de calitate și calmate ;

— fabricarea profilelor din oțeluri anticorosive (Romcor) și stabilirea unor normative pentru utilizarea corectă a acestora ;

— îmbunătățirea sistemului de ambalare pentru evitarea deformării produselor în timpul manipulărilor ;

— asimilarea fabricației profilelor cu grosimi mai mari de 5 mm pentru longeroane de autocamioane ;

— asimilarea profilelor destinate fabricației de remorci pentru export ;

— asimilarea profilelor formate la rece din oțel sudabil cu rezistența de rupere peste 60 daN/mm^2.

Problemele ridicate de proiectanți și beneficiari au permis stabilirea unor măsuri importante cu privire la dezvoltarea producției, cum sînt :

— instalarea unei linii de 170×2 pentru profile ușoare cu precizie înaltă de fabricație ;

— instalarea unei linii de 800×2 pentru profile destinate fabricării electrofiltrelor ;

— modernizarea liniei existente de 500×5 pentru fabricarea profilelor de grosimi peste 5 mm ;

— optimizarea loturilor de fabricație în vederea creșterii adaptabilității la cererile beneficiarilor în condiții de eficiență ridicată ;

— elaborarea periodică a unor suplimente la cataloagele uzinei, care să cuprindă produsele noi asimilate ulterior editării ultimului catalog ;

— intensificarea preocupării pentru studiul în perspectivă al pieții interne și externe în vederea satisfacerii cererii beneficiarilor, a creșterii eficienței și a exportului de profile formate la rece, precum și coordonarea producției de profile din oțel, aluminiu și mase plastice.

Prin rezolvarea acestor probleme fabricația de profile formate la rece va cuprinde o sortimentație mai variată. Pe liniile actuale se vor executa, în continuare, profile de uz general de forme simple pentru care tehnologia de fabricație este cunoscută, ceea ce va permite o lotizare mai bună a comenzilor, viteze de lucru mai mari și reducerea orelor de opriri pentru schimbări de calibre. Pe liniile noi se vor executa profile pentru autocamioane și autobuze MAN, profile pentru electrozii de depunere „CS" de la electrofiltrele LURGI și alte profile late și subțiri.

Sortimentele revăzute se vor prelucra din bandă laminată la rece din oțeluri cu rezistență la rupere pînă la 60 da N/mm^2. Toleranțele de execuție a profilelor noi se vor încadra în prevederile existente pe plan mondial, ca norme DIN, norme MAN etc.

Prin tipurile de profile ce se execută în prezent și cele care se vor asimila în anii 1973 și 1974 se rezolvă o serie de probleme deficitare în industria construcțiilor de mașini, a construcțiilor industriale, astfel :

— economie de metal în soluții tehnologice superioare, prin înlocuirea unor profile formate din mai multe profile simple cu un singur profil cu formă adecvată ;

— reducerea importului de profile speciale.

Prin problemele abordate și măsurile rezultate , *Consfătuirea cu beneficiarii de profile formate la rece* a constituit un bun mijloc de informare asupra calității profilelor, asupra necesităților din economie, pentru orientarea în perspectivă a fabricației profilelor formate la rece.

Ing. *N. Matei*

Programul de dezvoltare a siderurgiei în India. Capacitatea de producție a siderurgiei indiene este evaluată la 9,0—9,2 mil. t oțel brut, repartizată astfel :

— sectorul de stat, 5,9 mil. t ;
— sectorul particular, 3—3,3 mil. t.

După cum rezultă însă din datele stabilite de Ministerul Siderurgiei din India, această capacitate nu a fost complet utilizată în ultimii ani (tabela 1).

Trebuie notat că în cursul ultimilor 2 ani guvernul indian și-a dat acordul pentru proiectul construirii a circa 20 de mini-uzine pentru producerea de țagle. Este vorba, în general, de uzine mici cu capacitatea de ordinul a 50000 t/an. Deoarece unele din aceste uzine s-au și realizat sau sînt în curs de construcție, capacitatea totală de producție de oțel brut în viitorul apropiat va atinge circa 10 mil. t/an. Cu toate acestea, pentru anul financiar 1972/1973 se preconizează o producție de numai 7,2 mil. t oțel și este încă problematică realizarea acesteia.

În ce privește perspectiva, Consiliul Național Indian al Cercetării Aplicative estimează un consum de circa 15 mil. t produse finite pe an pentru 1980. Guvernul a stabilit un program care are ca obiectiv dublarea capacităților de producție existente în următorii zece ani. Acest program cuprinde :

— Terminarea construcției uzinei din Bokaro, obiectiv realizat cu sprijinul U.R.S.S. Prima fază de construcție (1,7 mil. t oțel brut/an) se va încheia la mijlocul anului 1973. În acest stadiu uzina va cuprinde o cocserie, cu o capacitate de 2,4 mil. t/an ; două fabrici de aglomerare ; trei furnale de 2 000 m³ (2,7 mil. t/an), dintre care primul a fost pus în funcțiune la 3 oct. 1972 ; patru convertizoare LD de 100 t (1,7 mil. t/an) ; un slebing de 1 250 mm, un laminor de bandă la cald de 2 000 mm și unul de bandă la rece de 2 000 mm.

Tabela 1

	Capacitatea	1969/1970		1970/1971	
		Producția, mii t	Gradul de utilizare a cap., %	Producția, mii t	Gradul de utilizare a cap., %
Sectorul de stat	5 900	3 796	64	3 618	61
— Bhilai	2 500	1 875	75	1 919	77
— Rourkela	1 800	1 103	61	1 006	56
— Durgapur	1 600	818	51	693	43
Sectorul privat	3 000	2 407	80	2 314	77
— Tata Steel	2 000	1 708	85	1 697	85
— Indian Iron and Steel	1 000	699	70	617	62
TOTAL	8 900	6 203	70	5 932	67

Guvernul indian preconizează ca uzina din Bokaro să atingă progresiv 2,5 mil. t în 1974, 4 mil. t în 1976 și 5,5 mil. t la finele deceniului actual.

— Creșterea capacității uzinei din Bhilai, care va ajunge de la 2,5 mil.t/an la 4 mil. t/an în 1976. În acest cadru s-a construit și pus în funcțiune la 31.VII. 1971 al 6-lea furnal (1 719 m³) și se preconizează construirea unei oțelării LD și a unei instalații de turnare continuă pentru țagle.

— Construirea a două noi uzine în sudul Indiei la Visakhapatnam (Andra Prodesh) și Hospet (Mysore) fiecare cu o capacitate inițială de 2 mil. t/an.

Dacă toate aceste proiecte se vor realiza, capacitatea de producție de oțel brut a Indiei va depăși în 1980 nivelul de 20 mil. t. Trebuie menționat că aceste cifre nu cuprind :

— extinderea uzinei din Durgapur, care conform declarației Ministerului Siderurgiei va trebui să atingă capacitatea finală de 3,4 mil. t ;

— noul proiect al firmei Tata Iron and Steel, care prevede sporirea capacităților de producție de la 2 la 4 mil. t/an prin construirea unei noi uzine, proiect care nu a primit încă aprobarea guvernului.

Principala dificultate a dezvoltării siderurgiei rămîne nivelul ridicat al investițiilor. Guvernul dorește ca construcția celor două noi uzine din Sud să fie în întregime asigurată de experți indieni, iar utilajele să fie furnizate de Heavy Engineering Corporation din India. În aceste condiții investițiile ar reprezenta circa 7,5 miliarde rupi pentru fiecare uzină, ceea ce pe tona de capacitate este apreciată ca încă foarte ridicată.

(Revue de Métallurgie, nr. 10, 1972, p. 234 E-235 E)

Producția de tablă cositorită a țărilor latino-americane. În ultimii 2 ani, producția de tablă cositorită a țărilor latino-americane pe total s-a menținut aproximativ la același nivel.

În unele țări însă, ca Brazilia și Argentina apare o creștere remarcabilă a producției de tablă cositorită în 1971 față de 1970. Cu toate acestea, Argentina mai posedă însemnate capacități nefolosite. Astfel, la Somisa capacitatea de 110 000 t/an este încă slab utilizată. Societatea preconizează producerea pe aceste utilaje de 80 000 t în perioada VII.1972 — VI.1973, apoi 100 000 t tablă cositorită în anul financiar următor, procurînd tabla subțire de la firma Propulsora Siderurgica.

În viitorul apropiat se prevede intrarea în funcțiune a două noi linii de cositorire electrolitică : una în Venezuela (în 1973) și cealaltă în Peru (1974).

(Revue de Métallurgie, nr. 10, 1972, p. 233 E).

Producția de tablă cositorită	t		
	1969	1970	1971
Argentina (Somisa)	1 818	17 932	32 111
Brazilia (Cia Siderurgica Nacional)	228 964	234 196	254 564
Columbia (Siderurgica de Medellin)	21 635	25 145	8 242
Chile (Cia Acero del Pacifico)	30 771	36 704	34 923
Mexic	166 140	170 941	151 457
(Altos Hornos de Mexico)	(146 940)	(152 941)	(131 757)
(Hojalata y Lamina)	(19 200)	(18 000)	(19 700)
TOTAL	449 328	484 918	481 297

Ţocu P., p. 233—238 CD 669.162.12 : 622.782 : 658.562

Recherches concernant l'intensification de l'utilisation du gaz méthane pour l'agglomération des minérais de fer, en vue de l'amélioration de la qualité de l'agglomérat et de la réduction de la consommation spécifique de coke

On a effectué des expérimentations en phase de laboratoire, sur des eprouvettes d'agglomérat acide, auto-fondant et basique, traitées thermiquement par chauffage dans une atmosphère neutre, oxydante ou bien réductrice, à des températures comprises entre 750 et 950°C. On a obtenu une amélioration de la résistance mécanique de l'agglomérat, comme suite à la ré-cristallisation partielle ou totale de la phase vitreuse et de la réduction des tensions internes de l'agglomérat. En même temps, par des traitements en atmosphère neutre ou réductrice, on a réalisé aussi une amélioration de la réductibilité de l'agglomérat. Les résultats obtenus ont été vérifiés ensuite en phase pilote.

Manolescu A. et Barbu I., p. 239—241 CD 662.749.2 : 620.17

La détermination de certaines corrélations entre les différentes méthodes d'essai méeanique du coke

On présente des essais de corrélation des indices de résistance du coke, déterminés par les méthodes MICUM, TIMBLER et SHATTER TEST.

On a analysé 22 éprouvettes de coke de fonderie et 14 cokes de fourneau de différentes provenances, en parallèle, selon les trois méthodes.

On présente graphiquement les corrélations obtenues entre les indices utilisés le plus souvent. On a obtenu des diagrammes à l'aide desquels on peut estimer la valeur de la résistance par une méthode, lorsqu'on connaît la valeur de la résistance obtenue par l'autre méthode.

Avram Gh. et Popescu M., p. 242—244 CD 669.14—462 : 621.774

La fabrication des tubes en acier sans soudure, résistants à de basses températures

L'article synthétise les conditions techniques qui doivent satisfaire les tubes en acier sans soudure, résistants à de basses températures (au-dessous de zéro degrés). On analyse l'influence de la composition chimique, du processus de fabrication et de l'état physique, sur le comportement des tubes en acier sans soudure utilisés à des températures basses.

On met en évidence les conditions techniques essentielles qui doivent être respectées lors de l'élaboration des aciers nécessaires à la production des tubes utilisés à des températures au-dessous de zéro degrés, ainsi que les conditions technologiques spécifiques à la production des tubes en acier sans soudure.

On a inclu dans l'article les résultats des essais de résistance effectués sur des éprouvettes de 55 × 10 × 2 et de 55 × 5 × 2 mm, en aciers OLT 35 et OLT 45 STAS 8183—68, à des températures de —30°C et de —45°C.

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Iatan N.et Mitroi C., p. 245 — 247 CD 621.771.07

Contributions concernant le calcul de l'épaisseur de la croûte des cylindres extra-durs moulés selon le procédé duplex

On spécifie les paramètres dont dépend l'épaisseur de la croûte ayant une dureté élevée dans la zone de travail des cylindres extra-durs pour le laminage des tôles et des bandes. En rapport avec ces paramètres, on présente les relations de calcul de la durée nécessaire à la formation d'une croûte extra-dure d'épaisseur optima, ainsi que les valeurs résultées des calculs, en comparaison avec les résultats obtenus par voie expérimentale, lors du moulage statique selon le procédé duplex.

---

*Marghescu M. et Popa I., p.*248—251 CD 621.742.42 : 669.131.6—14

Études sur les sables de moulage à base de sable Făget, utilisés lors du moulage des pièces en fonte pour les tours

En vue d'améliorer la qualité des pièces moulées destinées aux tours, on a étudié, basé sur un grand nombre d'essais, l'obtention des sables de moulage à caractéristiques optimales, à partir du sable quartzeux Făget et de l'argile de Medgidia.

On a ainsi établi : le contenu total de componence lévigable à 14—17%, à une teneur en eau optima de 4—6% ; si la durée minimum de mélangeage est dépassée, cela n'influence pas sensiblement les caractéristiques du sable de moulage, lors d'un contenu élevé de sable de moulage récyclé ; le sable de moulage à base de sable frais ou d'argile après la préparation n'influence pas sensiblement ses propriétés ; la durée de mélangeage, dans le cas de l'introduction initiale de tous les components, doit être plus longue après l'introduction de l'eau ; l'introduction des components selon l'ordre : sable frais, sable de moulage ancien, eau et argile méne à un accroissement de la résistance à la compression au brut de 20—25%.

Gruder Galia et Slăvoacă R., p. 252—256 CD 669.721

Procédé et outillages pour l'élaboration du magnésium à partir des matières premières indigènes (dolomite)

La procédé étudié, selon lequel on réalise le magnésium métallique par le procédé silico-thermique, est basé sur la réaction de réduction de la dolomite, calcinée au préalable jusqu'aux oxydes correspondants, avec le silieium contenu dans le ferro-silicium, conformément à la réaction :

$$2\,CaO \cdot 2\,MgO + Si \rightarrow 2\,CaO \cdot SiO + 2Mg$$

Cette réaction se réalise à des températures élevées et à une pression réduite. La technologie comprend les étapes suivantes : la calcination de la dolomite ; la réduction en poudre des matières premières (dolomite calcinée ; ferro-silicium et une certaine quantité de flouorure de calcium ajoutée) ; la homogénéisation de la charge ; le briquettage ; la réduction. Les conditions optima de la réduction sont : la température dans la zone de réduction, 1 200—1 230°C ; la température dans la zone de condensation, 475—550°C ; la pression, 10^{-1}—10^{-2} mm col. Hg. On a réalisé des rendements d'extraction du magnésium de 86—88%. Le métal obtenu avait une teneur au-dessus de 99,8% de Mg. On présente sommairement les principaux outillages utilisés pour la réalisation du processus.

Segărceanu T., Balaieş Elena et Cocoşco Elisabeta, p. 257—260 CD 622.349.43 : 542.944.1

Quelques aspects théoriques et pratiques du chlorurage des concentrés zirconifères

L'article comprend quelques données générales concernant le chimisme du chlorurage, ainsi que les résultats des travaux de laboratoire en vue du chlorurage du silicate naturel de zirconium avec du chlore gazeux en présence du charbon.

On décrit aussi l'installation de laboratoire qui a permis d'effectuer les essais de chlorurage des concentrés zirconifères et sur laquelle on a obtenu, dans les conditions optima de travail, un randement de chlorurage du zirconium de ~ 95%.

Cette méthode permet d'obtenir le tetrachlorure de zirconium, matière première de base pour l'obtention du zirconium métallique par le procédé métallo-thermique, directement à partir du concentré zirconifère.

Цоку П., р. 233—238 ДК 669.162.12 : 622.782 : 658.562

Исследования, касающиеся интенсификации применения газа метана при спекании железных руд, с целью повышения качества агломерата и снижения удельного расхода кокса

Проводились лабораторные исследования на образцах кислого, самофлюсующегося и основного агломерата, термообработанных путем нагрева в нейтральной, окислительной или восстановительной атмосфере при температурах в пределах 750—950°С. Было получено повышение механической прочности агломерата в результате частичной или полной рекристаллизации стекловидной фазы и снижения внутренних напряжений агломерата. В то же время при обработках в нейтральной или восстановительной атмосфере было получено повышение восстановимости агломерата. Полученные результаты были далее проверены в экспериментальной стадии.

Манолеску А. и *Барбу И.*, р. 239—241 ДК 662.749.2 : 620.17

Определение корреляции между различными методами механического испытания кокса

В статье показаны попытки коррелирования прочностных показателей кокса, определяемых методами МИКУМ, ТУМБЛЕР и ШАТТЕР ТЕСТ.

Был проведен анализ 22 образцов литейных и 14 доменных коксов различного происхождения одновременно при помощи указанных трех методов.

Приводятся графически корреляции, полученные между наиболее часто применяемыми показателями. Получены диаграммы, при помощи которых можно оценивать значение прочности по одному методу, если известно значение прочности по другому методу.

Аврам Г. и *Попеску М.*, р. 242—244 ДК 669.14—462 : 621.774

Производство бесшовных труб, устойчивых при низких температурах

В статье обобщаются технические требования, которым должны удовлетворять бесшовные стальные трубы, устойчивые при низких температурах (минусовых). Рассматривается влияние химического состава, процесса изготовления и физического состояния на поведение бесшовных стальных труб, применяемых при низких температурах.

Выявляются основные технические условия, которые необходимо соблюдать при выплавке сталей для труб, работающих при минусовых температурах, а также и технологические условия, специфичные для производства бесшовных стальных труб.

В статье приводятся результаты испытаний ударной вязкости, проведенных на образцах 55×10×2 и 55×5×2 мм из сталей OLT 35 и OLT 45, STAS 8183—68 при температурах — 30°С и —45° С.

Кирулеску В., Помаку Н., Рэдулеску К., Ятан Н. и *Митрой К.*, р. 245—247 ДК 621.771.07

Контрибуции к расчету толщины корки сверхтвердых прокатных валков, отливаемых способом Дуплекс

В статье приводятся параметры, от которых зависит толщина корки высокой твердости в рабочей зоне сверхтвердых валков для прокатки листов и ленты. В зависимости от указанных параметров показаны расчетные отношения времени, необходимого для образования сверхтвердой корки оптимальной толщины, а так же значения, полученные при расчете, в сопоставлении с экспериментальными результатами при статической отливке по способу Дуплекс.

Маргеску М. и *Попа Т.*, р 248—251 ДК 621.742.42 : 669.131.6—14

Исследование формовочных смесей на основе песка Фэджет, используемых при отливке чугунных деталей для токарных станков

Для повышения качества литых деталей для токарных станков, проводились исследования при большом числе испытаний для получения формовочных смесей с оптимальными характеристиками из кварцевого песка Фэджет и глины Меджидия.

Было установлено следующее: общее содержание выщелачиваемой составляющей 14—17 % при оптимальном содержании влаги 4—6 %; превышение минимальной продолжительности смешивания не оказывает заметного влияния на характеристики, при повышенном содержании оборотной смеси; смесь на основе свежего песка или глины после подготовки не оказывает заметного влияния на ее свойства; продолжительность смешивания при первоначальном введении всех составляющих должна быть более длительной после введения воды; введение составляющих в порядке: свежий песок, отработанная смесь, вода и глина приводит к повышению прочности сжатию сырца на 20—25 %.

Грудер Г. и *Славоака Р.*, р. 252—256 ДК 669.721

Способ и оборудование для получения магния из отечественного сырья (доломита)

Исследованый способ получения металлического магния путем силикотермического процесса, основан на реакции восстановления предварительно кальцинированного доломита до соответствующих окислов кремнием, содержащимся в ферросилиции, по реакции: $2\ CaO,\ 2MgO + Si \rightarrow 2\ CaOSiO_2 + 2\ Mg$.

Реакция проходит при повышенных температурах и пониженном давлении. Технология состоит из следующих стадий: кальцинирование доломита; измельчение сырьевых материалов (кальцинированого доломита, ферросилиция и добавки фтористого кальция); усреднение шихты; брикетирование; восстановление. Оптимальные условия восстановления: температура в восстановительной зоне 1 200—1 300°С; температура в конденсационной зоне 475—550°С; давление 10^{-1} 10^{-2}мм рт. ст. Были получены выходы извлечения магния 86—88 %. Полученный металл содержал более 99,8 % Mg. Описываются кратко основные оборудования для осуществления процесса.

Сегэрчану Т., Баланеш Елена и *Кокошко Елисабета*, р. 257—260 ДК 622.343 :

Некоторые теоретические и практические аспекты хлорирования циркониевых концентратов

В статье приводятся несколько общих данных о химизме хлорирования, а также результаты лабораторных работ по хлорированию природного силиката циркония газообразным хлором в присутствии углерода.

Дается также описание лабораторной установки, в которой было возможно провести испытания по хлорированию циркониевых концентратов и в которой был получен в оптимальных условиях работы выход хлорирования циркония приблизительно 95 %.

Ţocu P., p. 233 — 238 DK 669.162.12:622.782:658.56

Erforschungen betreffs Steigerung des Verbrauches von Methangas in der Agglomeration der Eisenerze zwecks Verbesserung der Agglomeratsqualität und Verminderung des Koksverbrauches

Es wurden, auf Laborstufe, Erforschungen durchgeführt mit saurem, selbstschmelzendem und basischem Agglomerat, wärmebehandelt durch Erwärmung in neutraler, oxydativer oder reduzierender Atmosphäre, bei Temperaturen zwischen 750 und 950°C. Es wurde eine Verbesserung des mechanischen Widerstandes erhalten, als Folge der partiellen oder vollständigen Rückkristallisation der glasigen Phase und der Verminderung der Eigenspannungen des Agglomerats. Gleichzeitig, durch Behandlung in neutraler oder reduzierender Atmosphäre, wurde auch eine Verbesserung der Reduzierbarkeit des Agglomerats erreicht. Die erhaltenen Ergebnisse wurden ferner auf Pilotstufe geprüft.

Manolescu A. und Barbu I., p. 239 — 241 DK 662.749.2:620.17

Bestimmung von Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Methoden für mechanische Prüfung des Kokses

Der Artikel legt Versuche zwecks Korrelierung der Festigkeitswerte des Kokses, durch die MICUM, TUMBLER und SHATTER TEST Verfahren bestimmt, vor.

Es wurden, gleichzeitig, 22 Giessereikoksmuster und 14 Hochofenkoksmuster mit verschiedener Herkunft mittels der drei Verfahren analysiert.

Die erhaltenen Wechselbeziehungen zwischen den öfter verwendeten Werten werden graphisch vorgelegt.

Diagramme wurden erhalten die die Bestimmung des Widerstandes durch ein Verfahren ermöglichen, wenn man den Wert des Widerstandes durch ein anderes Verfahren kennt.

Avram Gh. und Popescu M., p. 242 — 244 DK 669.14—462:621.774

Herstellung von kältebeständigen nahtlosen Stahlröhren

Es werden die technischen Bedingungen die die kältebeständingen (unter 8°C) nahtlosen Stahlröhren erfüllen müssen zusammenfassend vorgelegt. Einfluss von chemischer Zusammensetzung, Fabrikationsvorgang und physikalischem Zustand auf das Verhalten der bei niedrigen Temperaturen verwendeten nahtlosen Eisenröhren wird analysiert.

Die technischen Hauptbedingungen die die Erzeugung der Stähle für unter 0°C arbeitenden Röhren beachtet sein müssen und ebenfalls die spezifischen technologischen Bedingungen der Erzeugung von nahtlosen Stahlröhren werden hervorgehoben.

Der Artikel enthält Ergebnisse von Schlagzähigkeitsprüfungen, auf 55 × 10 × 2 und 55 × 5 × 2 mm Mustern aus OLT 35 und OLT 45 Stahl (STAS 8183—68), bei Temperaturen von —30°C und —45°C ausgeführt.

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Iatan N. und Mitroi C., p. 245 — 247 DK 621.771.07

Beiträge zu der Berechnung der Hautstärke bei Hartgusswalzen, durch das Duplex-Verfahren erzeugt

Es werden die Parameter, von denen die Stärke der Hartgusshaut in der Arbeitszone der extraharten Blech- und Bandwalzen abhängt, dargestellt. In Abhängigkeit von diesen Parametern werden die Berechnungsbeziehungen für die erforderliche Zeit der Bildung einer extraharten Haut mit optimaler Stärke und ebenfalls die Werte der Berechnungsergebnisse, im Vergleich zu den Experimentalergebnissen, bei statischem Giessen nach dem Duplex-Verfahren, vorgelegt.

Marghescu M. und Popa I., p. 248 — 251 DK 621.742.42:669.131.66—14

Studium über die für Giessen von Drehbankteilen benutzten Formmischungen mit Făget-Sand

Zwecks Qualitätsverbesserung der gegossenen Drehbankteile wurde, auf Grund von zahlreichen Versuchen, die Erzeugung von Formmischungen mit optimalen Kennziffern aus Făget-Quarzsand und Medgidia-Ton untersucht.

Folgendes wurde festgestellt: der gesamte Gehalt an Schlämm bestandteilist von 14—17% beieinem optimalen Wassergehalt von 4—6%, die Überschreitung der Mischungszeit beeinflusst in geringem Masse die Kennziffern der Mischung, bei einem hohen Gehalt an Rückführmischung; die Eigenschaften der Mischung auf Neusand- oder Tongrund werden nicht merkbar von dem Vermischungsvorgang beeinflusst; die Mischungszeit, im Fall einer Anfangseinführung aller Bestandteile, wächst nach Wasserzugabe; die Einführung der Bestandteile in folgender Sequenz: Neusand, Altmischung, Wasser und Ton fürht zu einer 20—25% Erhöhung der Druckfestigkeit in rohem Zustand.

Gruder Galia und Slăvoacă R., p. 252 — 256 DK 669.721

Verfahren und Ausrüstung für Erzeugung von Magnesium aus indländischem Rohstoff (Dolomit)

Das untersuchte Verfahren bzw. Erzeugung von metallischem Magnesium durch die siliziumthermische Methode hat als Grundlage die Reduktionsreaktion des Dolomits, vorgängig bis auf die betreffenden Oxyden kalziniert, mit dem im Ferrosilizium enthaltenen Silizium d.h.:

$$2\ CaO \cdot 2\ MgO + Si \rightarrow 2\ CaO \cdot SiO_2 + 2\ Mg$$

Die Reaktion findet bei hohen Temperaturen und niedrigem Druck statt. Die Technologie beträgt folgende Stufen: Dolomitkalzinierung; Rohstoffzermahlung (kalziniertes Dolomit, Ferrosilizium und ein Fluorkalziumzuschlag); Homogenisierung der Beschickung; Brikettierung; Reduktion. Die optimalen Reduktionsbedingungen sind folgende: Temperatur in der Reduktionszone 1200—1230°C; Temperatur in der Kondensatioszone 475—550°C; Druck 10^{-1}—10^{-2} mm Quecksilbersäule. Es wurden eine Leistung von 86—88% für die Magnesiumextraktion erreicht. Das erhaltene Metall hatte einen höheren als 99,8% Mg Gehalt. Es werden, zusammenfassend, die nötigen Hauptausrüstungen für die Ausführung des Verfahrens vorgelegt.

Segărceanu T., Balaieş Elena und Cocoşco Elisabeta, p. 257—260 DK 622.349.43:542.944.1

Einige theoretische und praktische Aspekte der Zirkonkonzentratchlorierung

Der Artikel enthält einige Generaldaten über den Chemismus der Chlorierung und Ergebnisse von Laboruntersuchungen betreffs Chlorierung des natürlichen Zirkonsilikats mit Chlorgas in Anwesenheit von Kohlenstoff.

Es wird ebenfalls die Laboreinrichtung die die Ausführung der Chlorierungsversuche für Zirkonkonzentrate ermöglichte und mittels welcher, unter optimalen Arbeitsbedingungen, eine Leistung für Zirkonchlorierung von ungefähr 95% erreicht wurde beschrieben.

Der Verfahren erlaubt Erzeugung von Zirkontetrachlorid, Hauptrohstoff für Erzeugung des metallischen Zirkons, unmitelbar aus dem Zirkonkonzentrat, durch das metallothermische Verfahren.

Țocu P., p. 233—238 DC 669.162.12:622.782:658.562

Investigations regarding increase in use of methane gas for iron ore agglomeration, in view of improving agglomerate quality and lowering specific coke consumption

Investigations were performed on labor stage upon acid, selfsmelting and basic agglomerate samples, heat treated in neutral, oxidizing or reducing atmosphere, at temperatures between 750 and 950°C. An improvement in mechanical strength of the agglomerate was obtained, due to the partial or entire recrystallization of the vitreous phase and to the lowering of internal stresses within the agglomerate. Ar the same time, by treatment in neutral or reducing atmosphere, an improvement as regards agglomerate reductibility was also achieved. Obtained results were afterwards checked up on pilot stage.

Manolescu A. and Barbu I., p. 239—241 DC 662.749.2:620.17

Development of correlations between various methods for mechanical testing of coke

The paper presents attempts to correlate values for coke strength determined by means of the following three methods : MICUM, TUMBLER and SHATTER TEST.

22 samples of foundry coke and 14 samples of blast-furnace coke of various origins were analysed simultaneously by the three methods.

Obtained correlations between the most frequently used indices are presented graphically. Diagrams were obtained which allow to estimate the value of strength given by one method when one knows the same value given by another method.

Avram Gh. and Popescu M., p. 242—244 DC 669.14—462:621.774

Manufacturing of cold-resisting seamless steel tubes

The paper summarizes technical conditions which have to be met by seamless steel tubes for low temperatures, (under 0°C). Influence of chemical composition, of manufacturing process and physical state upon behaviour of cold-resisting seamless tubes is analysed.

Main technical conditions which have to be met in making steel for tubes which will work at temperatures under 0°C, as well as the particular technological conditions which characterize seamless steel tube manufacturing are emphasized.

The paper contains results of impact tests performed on $55 \times 10 \times 2$ and $55 \times 5 \times 2$ mm samples made of OLT 35 and OLT 45 steel (STAS 8183—68), at temperatures ranging between — 30°C and —45°C.

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Iatan N. and Mitroi C., p. 245—247 DC 621.771.07

Contributions to the computation of skin thickness for extra-hard rolls cast by means of the Duplex-proceeding

The paper presents parametra upon which depends the thickness of the hard skin from the working zone of extra-hard rolls for sheet and strip rolling. Based on these parametra relationships are presented which allow to compute the necessary time for development of an extra-hard skin of optimal thickness, as well as a comparison between values resulting from calculations and experimental results obtained in static casting according to the Duplex-proceeding.

Marghescu M. and Popa I., p. 248—251 DC 621.742.42:669.131.6—14

Studies regarding moulding mixtures on Făget-sand basis used in casting iron parts for lathes

In view to improve quality of cast parts for lathes, the authors studied — based on a great number of tests — workingout of moulding mixtures with optimal characteristics, out of Făget siliceous sand and Medgidia-clay.

Thus, following could be established : the global content of levigable component is 14—17% for an optimal water content of 4—6%; exceeding of the minimum mixing time does not influence appreciably the characteristics of the mixture in the case of a high content of recirculated mixture ; the fresh sand or clay mixture does not change appreciably its properties after preparation ; mixting time, in the case of an initial introduction of all components, is increased by water addition ; following order of feeding : fresh sand, used mixture, water and clay leads to an increase in compression strength of 20—25% in raw state.

Gruder Galia and Slăvoacă R., p. 252—256 DC 669.721

Proceeding and equipment for processing magnesium out of domestic raw materials (dolomite)

The investigated method of metallic magnesium processing by means of the silico-thermal proceeding, is based on the reduction of dolomite, previously calcinated down to the respective oxides, with silicon contained in ferrosilicon, i.e. :

$$2\,CaO \cdot 2\,MgO + Si \rightarrow CaO \cdot SiO_2 + 2Mg$$

The reaction takes place at high temperature and low pressure. The technology involves following stages : dolomite calcination ; grinding of the raw materials (calcinated dolomite, ferrosilicon and additions of calcium fluoride) ; charge homogenization ; briquetting ; reduction. Optimal reduction conditions are following : temperature in the reduction zone 1,200—1,230°C ; temperature in the condensation zone 475—550°C ; pressure $10^{-1} - 10^{-2}$ mm m.c. An output of 86—88% was attained as regards magnesium extraction. Obtained metall had a 99,8% Mg content. The paper presents, briefly, main equipment used for the process.

Segărceanu T., Balaieș Elena and Cocoșco Elisabeta, p. 257—260 DC 622.349.43:542.944.1

Some theoretical and practical aspects of chlorination of zirconium concentrates

The paper contains some general data regarding the chemism of chlorination, as well as results of labor investigations on chlorination of natural zirconium silicate with chlorine gas in the presence of carbon.

The labor device which allowed to perform chlorination tests on zirconium concentrates and with which, under optimal working conditions, a chlorination yield for zirconium of about 95% was obtained, is also described.

The method allows to obtain zirconium chloride, basic raw material for processing metallic zirconium by a metallothermal proceeding, directly from the zirconium concentrate.

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Țibea V. and Ioanițescu Al., p. 261—264 DC 622.343:621.745

Studies and investigations regarding processing of lead and zinc in fluidized-bed smelting of copper concentrates

The paper presents investigations performed in a pilot plant with 1—1.5 t/24 h output and obtained results.

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Țibea V. et Ioanițescu Al., p. 261–264 CD 622.343 : 621.745

Études et expérimentations concernant la valorification du plomb et du zinc lors de la fonte en suspension des concentrés cuivreux

On présente les expérimentations effectuées sur une installation pilote ayant une capacité de 1–1,5 t/24 h et les résultats obtenus.

On spécifie les principaux facteurs qui mènent à l'obtention de rendements élevés de volatilisation du plomb et du zinc lors de la fonte en suspension des concentrés cuivreux.

On montre que le type de brûleur de concentrés utilisé ainsi que la dynamique des gaz dans la tour de réaction ont une importance particulière. Ces facteurs méneront à l'otention des températures élevées dans la flamme du brûleur et, par conséquent, à une volatilisation accrue du zinc et du plomb. On indique un accroissement du rendement de volatilisation d'environ 35 % à environ 80 %.

Iancu N. et Pricop C., p. 265–267 CD 669.162.12 : 622.782

La préparation des minérais de fer dans le cadre du secteur fourneaux du C.S. Galatzi

Dans la première partie de l'ouvrage on présente le travail dans la station de concassage — triage des minérais ainsi que dans le parc d'homogénéisation de l'utilisation des matières premières dans le cadre desquels on réalise la préparation des minérais de fer. On présente ensuite les résultats obtenus lors du triage et de l'homogénéisation des minérais. La dérogation moyenne absolue des principaux constituents du minérai de petite granulation est de : ± 0,61 % Fe ; ± ± 0,56 % SiO_2 ; ± 0,52 % CaO.

Descripteurs : concassement, triage, homogénéisation, agglomération.

Munteanu Al. et Ciobanu I., p. 268–272 CD 621.785.6.065.2

Problèmes actuels se rapportant à l'utilisation des huiles de trempage

On analyse certains aspects concernant l'utilisation des huiles de trempage dans les ateliers de traîtement thermique. La nécessité d'obtenir certaines pièces traitées thermiquement, de qualité supérieure, ainsi que la nécessité de faire valoir toutes les possibilités dont disposent les installations modernes de traîtement à atmosphère controlée et bassin intégré imposent l'agrandissement de la gamme des huiles destinées aux traîtements thermiques. On réclame la réalisation de certaines huiles capables de réaliser des régimes de refroidissement rapide et spécialement la réalisation d'huiles utilisables dans des bains chauds, à capacité élevée de refroidissement. L'utilisation de cette sorte d'huiles détermine la réduction des tensions internes et des déformations et permet l'utilisation de certains aciers non-alliées ou faiblement alliés au lieu des aciers ayant un degré élevé d'alliage, menant à la réalisation d'économies accrues soit dues à la réduction des frais d'usinage et des déchêts, soit au remplacement des matériaux plus chers avec d'autres meilleur marché.

Harbuz L., Martin I. et Bellman R., p. 273–276 CD 621.746.073 : 620.169.1

Étude sur la durabilité des lingotières de 25 tonnes — format tôle — fabriquées dans la fonderie de lingotières C.S. Galatzi

On traîte une analyse statistique du comportement au cours de l'exploitation, de 858 lingotières de 25 tonnes, en vue d'établir les causes qui ont mené à la mise hors de service de ces dernières. On a établi des hystogrammes et des polygones de fréquence pour la durabilité en fonction du rapport Mn/Si, du contenu en S et de la durée de vieillissement.

Basé sur les conclusions tirées à la suite de cette étude on a passé à l'application dans la pratique, de certaines mesures qui méneront à l'accroîssement de la durabilité des lingotières fabriquées dans le cadre du Combinat sidérurgique Galatzi.

Метод дает возможность получать четыреххлористый цирконий — основное сырье для получения металлического циркония металлотермическим способом непосредственно из циркониевого концентрата.

Джеорждеску К., Триандаф Ангела, Олару Ф., Цибеа В и *Иоаницеску А.*, p. 261—264 ДК 622.343:621.745

Исследования и испытания, касающиеся использования свинца и цинка при плавке в суспензии медных концентратов

В статье описываются испытания, проведенные на экспериментальной установке мощностью 1—1,5 т/сутки и приводятся полученные результаты.

Указаны основные факторы, приводящие к получению повышенных выходов испарения свинца и цинка при плавке в суспензии медных концентратов.

Показано, что особое значение имеет используемый тип горелки и динамика газов в реакционной башне. Указанные факторы приведут к получению повышенных температур факела горелки и одновременно к более интенсивному испарению цинка и свинца. Показано повышение выхода испарения с 35 % примерно до 80 %.

Янку Н. и *Прикоп К.*, p. 265—267 дк 669.162.12:622.782

Подготовка железных руд в доменном участке М. К. Галац

В первой части статьи описывается обслуживание установки для дробления и сортировки руд, а также и установки для усреднения в рудном хозяйстве, где производится подготовка железных руд. Далее приводятся полученные результаты при сортировке и усреднении руд. Среднее абсолютное отклонение основных составляющих мелкой усредненной руды составляет: $\pm$ 0,61 % Fe; $\pm$ 0,56 % SiO_2; $\pm$ 0,52 % CaO.

Дескрипторы: дробление, сортировка, усреднение, спекание.

Мунтяну Ал. и *Чобану И.*, p. 268—272 ДК 621.785.6.065.2

Актуальные проблемы, касающиеся применения закалочных масел

В статье рассматриваются некоторых аспекты в связи с применением закалочных масел в отделениях термообработки. Необходимость получения термообработанных деталей высокого качества, а также небходимость использования всех возможностей современных установок для термообработки с контролируемой атмосферой и интегрированным закалочным баком, требует расширения сортмента масел для термообработки. Необходимо создавать масла, способные осуществлять скоростные режимы охлаждения и особенно масла, используемые в горячих ваннах с высокой способностью охлаждения. Применение таких масел вызывает уменьшение внутренних напряжений и деформации и дает возможность применять нелегированные или низколегированные стали взамен более легированных, осуществляя таким образом повышенную экономию как за счет снижения расходов на обработку, так и за счет замены дорогостоящих материалов более дешевыми.

Гарбуз Л., Мартин И. и *Бельман Р.*, p. 273—276 ДК 621.746.073:620.169.1

Исследование износоустойчивости изложниц емкостью 25 т — листового типа—, изготовляемых в отделении для отливки изложниц М.Л. Галац

В статье дается статистический анализ поведения в эксплуатации 858 изложниц емкостью 25 т с целью выявления причин выхода их из строя. Были составлены гистограммы и частотные многоугольники для устойчивости в зависимости от отношения Mn/Si, содержания S и времени старения.

На основании выводов исследования были приняты практические меры, которые должны привести к повышению износоустойчивости изложниц, изготовляемых на М.К. Галац.

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Ţibea V. und Ioaniţescu Al., p. 261–264 DK 622.343:621745

Studien und Untersuchungen betreffs Blei–und Zinkverwertung bei Schwebeschmelzen der Kupferkonzentrate

Der Artikel legt die auf einer Piloteinrichtung mit 1–1,5t/24 h Leistung ausgeführten Untersuchungen und die erhaltenen Ergebnisse vor.

Die Hauptfaktoren die zu hohen Leistungen für Blei–und Zinkverflüchtigung bei Schwebeschmelzen der Kupferkonzentrate führen werden angezeigt.

Es wird hervorgehoben dass die Art des benutzten Konzentratbrenners und die Gasdynamik im Reaktionsturm von besonderer Wichtigkeit sind. Sie führen zu einer hohen Temperatur der Brennerflamme und, einschliesslich, zu einer höheren Verflüchtigung von Zink und Blei. Es wird eine Steigerung der Verflüchtignugsleistung von 35% bis ungefähr 80% angezeigt.

Iancu N. und Pricop C., p. 265–267 DK 669.162.12:622.728

Vorbereitung der Eisenerze im Rahmen der Hochofenabteilung des Eisenhüttenwerkes Galati

Der Artikel legt, im ersten Teil, eine Beschreibung der Zerkleinerung-Sortierung Anstalt und des Homogenisierungslarges der Rohstoffwirtschaft, im Rahmen welcher die Eisenerzvorbereitung stattfindet, vor. Weiter werden die erhaltenen Ergebnisse bei Erzsortierung und Erzhomogenisierung angezeigt. Die mittlere Absolutabweichung der Hauptbestandteile des homogenisierten Kleinerzes war: ±0,61% Fe; ±0,56% SiO_2; ± 0,52 %CaO.

Munteanu Al. und Ciobanu I., p. 268–277 DK 621.785.6–065.2

Gegenwärtige Fragen der Verwendung von Härteilen

Der Artikel analysiert einige Aspekte der Verwendung von Härteölen in den Wärmebehandlungswerkstätten. Die Notwendigkeit der Erzeugung von wärmebehandelten Hochqualitätsstücken, als auch der Ausnützung aller Möglichkeiten die die modernen Wärmebehandlungseinrichtungen bieten, erfordern eine Erweiterung der Ölreihe für Wärmebehandlung. Es wird die Notwendigkeit der Erzeugung von Schnellkühlölen und besonders von in Warmbädern mit hoher Kühlungsfähigkeit verwendbaren Ölen hervorgehoben. Der Gebrauch solcher Öle verursacht eine Senkung der Eigenspanungen und Deformierungen und erlaubt die Anwendung von nichtlegierten oder schwachlegierten Stählen statt hochleigierten Stählen. Er führt zu grösseren Ersparnissen, entwerder infloge einer Verminderung der Verarbeitungskosten und der Fehlererzeugnisse, oder durch die Ersetzung der teuren durch billigere Materialien.

Harbuz L., Martin I. und Bellman R., p. 273–276 DK 621.746.073:620.169.1

Erforschung über die Lebensdauer der 25 t Blockkokillen – Blechformat – erzeugt in der Kokillengiesserei des Eisenhüttenwerkes Galati

Der Artikel legt eine statistiche Analyse des Betriebsverhaltens von 858 Stücke 25 t Blockkokillen vor, zwecks Bestimmung der Ursachen ihrer Ausserbetriebsetzung. Hystogramme und Frequenzpolygone wurden entwickelt für die Lebensdauer in Abhängigkeit von dem Mg/Si Verhältnis, dem Schwefelgehalt und der Alterungszeit.

Auf Grund der sich ergebenden Schlussfolgerungen der Erforschung wurden praktische Massnahmen getroffen, die zu einer Erhöhung der Lebensdauer der im Eisenhüttenwerk Galaţi erzeugten Blokkokillen fürhen werden.

Main factors which lead to high efficiencies for lead and zinc volatilization by fluidization-bed smelting of copper concentrates are indicated.

It is emphasized that the burner type used for concentrate smelting, as well as gas dynamics in the reaction tower have a great importance. These lead to high temperatures in the burner flame and, implicitly, to a higher volatilization of zinc and lead. The paper indicates that a raise in volatilization efficiency from about 35% to about 80% may be thus obtained.

Iancu N. and Pricop C., p. 265 — 267 DC 669.162.12 : 622.782

Iron ore preparation in the blast-furnace department of the Iron and Steel Plant Galaţi

The paper presents in its first part the servicing of the crushing-screening station and of the himogenization plant for raw material management where iron ore preparation is performed. Obtained results in iron ore screening and homogenization are presented further. Mean absolute deviation for the main components of the homogenized small ore was : $\pm$ 0.61 % Fe ; $\pm$ 0.56 % SiO_2 ; $\pm$ 0.52 % Ca.

Munteanu Al. and Ciobanu I., p. 268—272 DC 621.785.6.065.2

Actual questions related to the use of quenching oils

The paper analyses some aspects related to the use of oils for quenching in heat treatment plants. The need to obtain high-grade heat-treated parts, as well as the need to use all the possibilities offered by modern heat-treatment equipment with controlled atmosphere and integrated tank, require the widening of the oil range for heat treatment. The paper emphasizes the importance of working-out oils able to provide fast cooling conditions and especially oils to be used in hot baths with high cooling power. The use of such oils leads to a reduction of internal stresses and deformations and alloys to use plain steel or low-alloy steel instead of high-alloy steel, leading thus to increased savings, either by reduction of processing costs and wastes, or by replacement of expensive materials by cheaper ones.

Harbuz L., Martin I. and Bellman R., p. 273 — 276 DC 621.746.073 : 620.169.1

Study regarding working life of 25 t ingot moulds — sheet shaped — manufactured in the mould foundry of Iron and Steel Plant Galaţi

The paper presents a statistical analysis for the working behaviour of 25 t ingot moulds, 858 in number, in view to establish the reasons which led to their discarding. Bar charts and frequency polygons were developed for working life as a function of Mn/Si ratio, sulphur content and aging time.

Based on conclusions drawn by the study practical measures were taken in view to increase working life of moulds manufactured in Iron and Steel Plant Galaţi.

CONSILIUL NATIONAL
AL
INGINERILOR SI TEHNICIENILOR

MINISTERUL INDUSTRIEI METALURGICE

INSTITUTUL DE CERCETARI METALURGICE

ORGANIZEAZA

IN BUCURESTI (Sala CNIT din Calea Victoriei 118 et I)

Intre 14 şi 16 iunie 1973

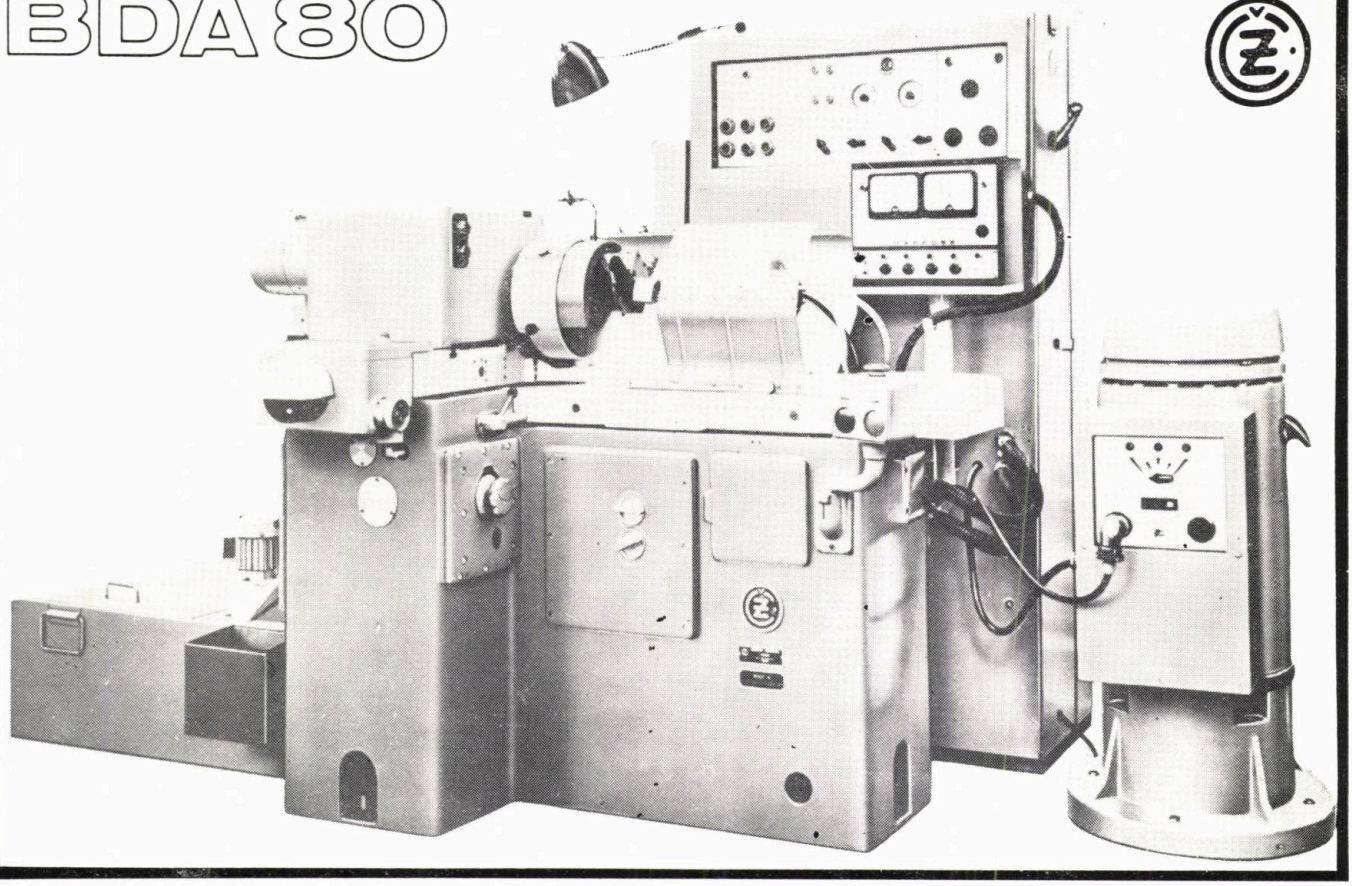
SIMPOZIONUL

ALIAJE DURE OBȚINUTE PRIN METALURGIA PULBERILOR
CERCETĂRI, PRODUCȚIE, UTILIZĂRI, PERSPECTIVE

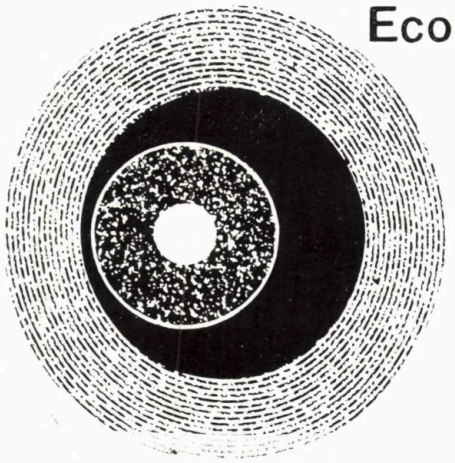
Se vor prezenta referate în următoarele domenii:

- Materii prime pentru obținerea aliajelor dure
- Tehnologia elaborării aliajelor dure (materiale, repere)
- Probleme privind prelucrarea aliajelor dure
- Probleme de prelucrare prin aşchiere a metalelor
- Aspecte legate de prelucrarea prin deformare plastică a metalelor
- Metode de control
- Utilizarea aliajelor dure

BDA 80



Economisiţi la maximum fondurile de investiţii



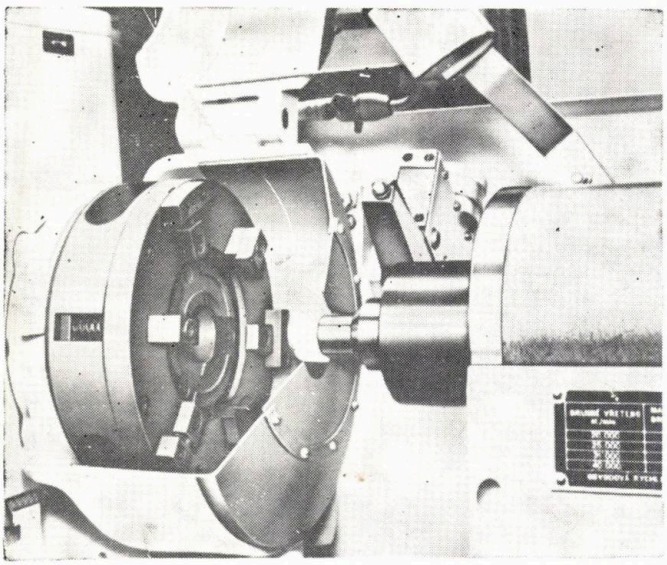
folosind pentru fabricaţia unitară şi de serie maşina de rectificat interior cu ciclu automat BDA 80 care vă garantează precizie şi siguranţă de exploatare ridicate. Maşina este proiectată să lucreze în 4 game de diametre: 3—12; 10—25; 20—60 şi 50—80 mm.

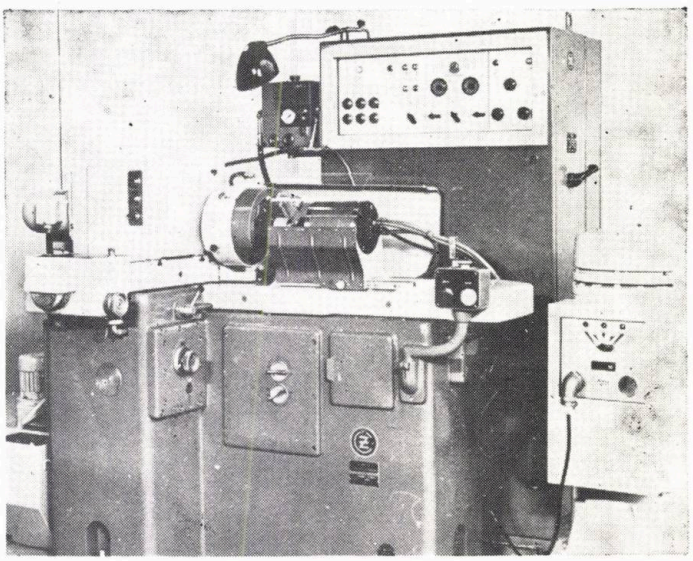
Echiparea cu accesorii speciale conforme necesităţilor dumneavoastră vă permite să obţineţi varianta optimală corespunzătoare programului dv. de producţie.

Diametrul de prindere . . . . . 250/340 mm
Adîncimea maximă a găurii rectificate . . . . 80 mm
Puterea instalată . . . . . 7—16 kVA

Strojimport

Vinohradská 184, Praga 3, R.S. Cehoslovacă.





PUBLICOM

+GF+ Aparate pentru amestecuri de formare

SE AFIRMĂ ÎN DOMENIUL LABORATOARELOR PENTRU AMESTECURI DE FORMARE

(sau: know-how-ul pe toată linia)

Oferim un know-how cuprinzător în domeniul turnătoriei. Astăzi atacăm un domeniu important: încercările amestecurilor de formare.

Datorită încercării amestecurilor de formare muncitorii formari nu mai trebuie să se ocupe în producție și de calitățile amestecurilor de formare. Amestecurile de formare sînt livrate cu proprietăți optime, la locul de muncă, astfel încît formatorul să se poată concentra numai asupra confecționării formelor.

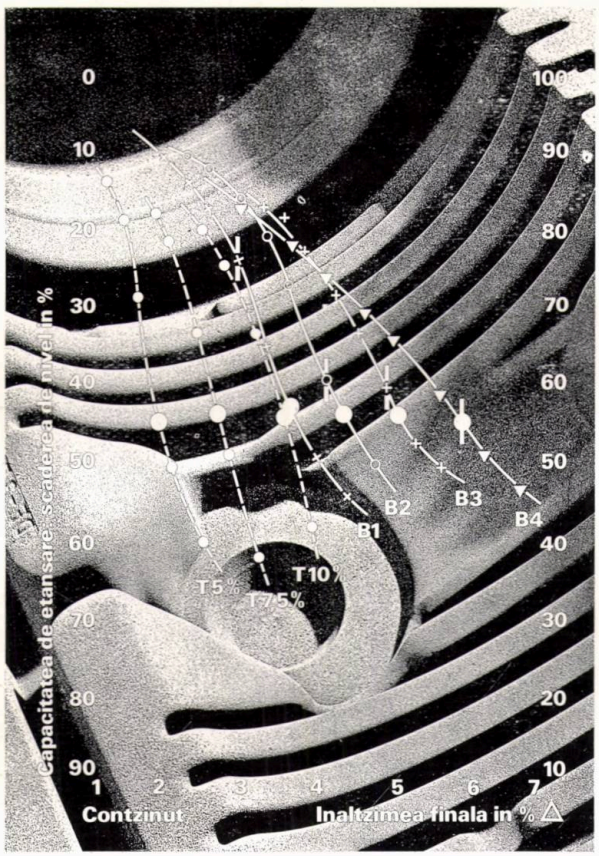
Prin încercări complete ale tuturor materialelor de formare (nisip nou, amestec refolosit, nisip vechi, lianți etc.) se obțin importante avantaje economice în exploatare, cum sînt:

- Micșorarea consumului de materiale de formare
- Recircularea rebuturilor
- Piese turnate cu aspect mai bun

+GF+ vă oferă un cuprinzător program de aparate pentru încercarea amestecurilor de formare

cu tot ceea ce aparține unui laborator complet pentru amestecuri de formare, cum sînt, de exemplu: sonde pentru prelevarea probelor, aparate pentru formarea și repartizarea probelor, cîntare rapide de laborator, aparate pentru uscare rapidă cu infraroșii, amestecătoare, aparate de sedimentare, lupe binoculare, aparate de cernut, aparate pentru determinarea suprafeței grăunților, a capacității de absorbție de apă și a permeabilității la gaze, cuptoare de sinterizare, sonete și piese vibratoare, cuptoare pentru uscat miezuri, aparate pentru încercarea formelor coji, aparate pentru încercarea densității, rezistenței și permeabilității, precum și diverse aparate auxiliare și altele în plus.

Fiecare aparat, cît de simplu, livrat de noi, conține un cuprinzător know-how. Fiecare instalație și fiecare aparat sînt alcătuite pentru a asigura eficiența în practică.



+GF+ oferă experiența propriilor ei turnători

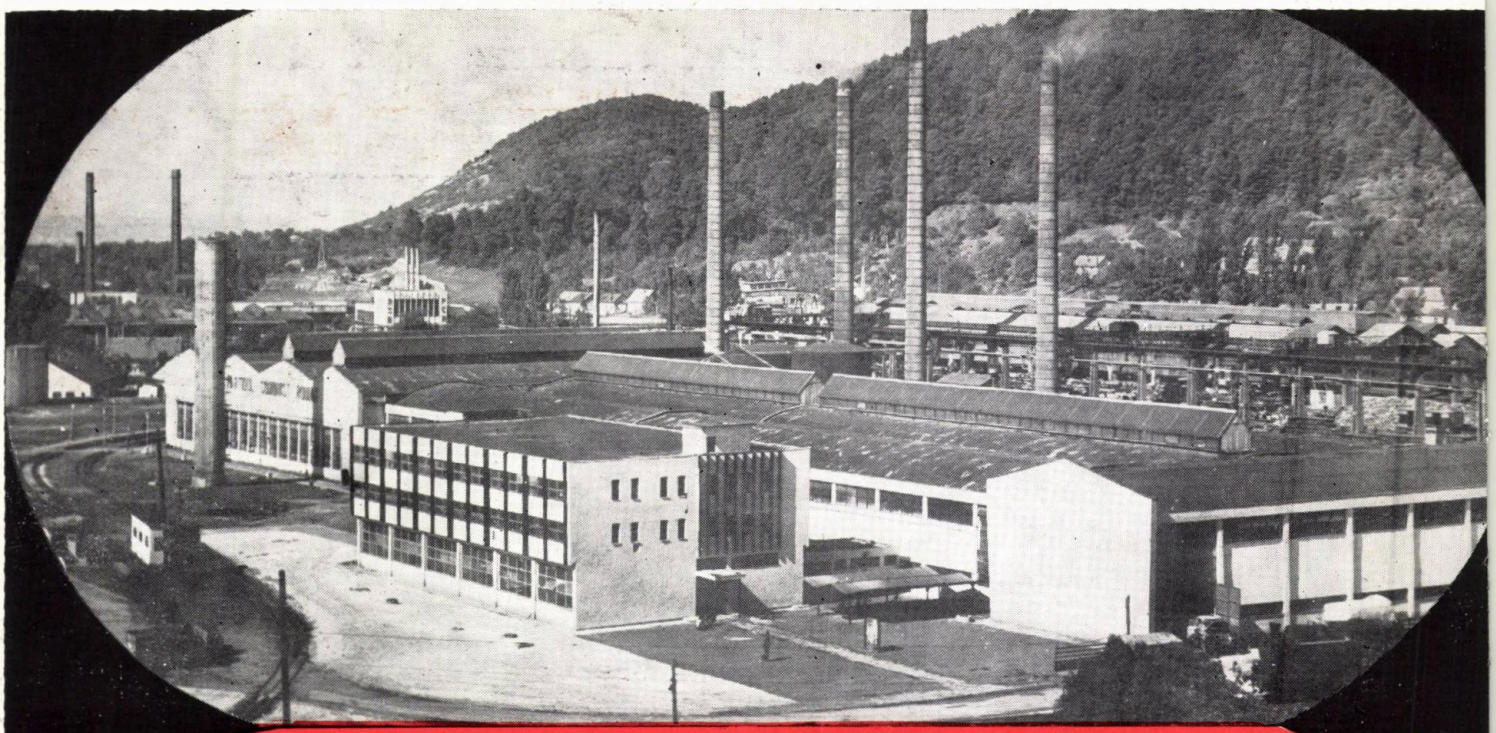
Specialiștii noștri vă pot sfătui atacînd temeinic problemele dv. specifice, deoarece dv. sînteți partenerul lor. Aceasta pentru că sîntem obligați prin know-how.

Adresați-vă direct nouă sau cereți-ne direct sau prin reprezentanții noștri documentația corespunzătoare.

GA 1003/21

Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen (Elveția)
Adresa: CH-8201 Schaffhausen, Telefon: (053) 81111, Adresa telegrafică: Geofischer, Telex: 76224 gfsh ch
Birou de vînzare: INTER-SOFEX S. A. – Lessingstrasse 3, CH-8002 Zürich / Elveția

PUBLICOM



UZINA OŢELUL ROŞU

Oraşul Oţelul Roşu
Str. Mihail Eminescu, nr. 10
Jud. Caraş Severin
Telefon 4

CILINDRI DIN FONTĂ

● cilindri duri (definiţi) ● cilindri indefiniţi cu grafit lamelar (clasici) ● cilindri cu grafit nodular ● cilindri netezitori pentru ţevi Mannesmann

PIESE TURNATE DIN OŢEL

● poduri, pîlnii şi vane de turnare ● mufe şi bare de cuplare pentru laminoare ● maselote ● roţi de vagoneţi ● roţi de rulare pentru macarale ● suporţi de lagăre pentru laminoare ● coroane şi roţi dinţate ● role pentru căile de rulare de la laminoare ● mese şi cuţite de ghidaj pentru laminoare ● mese şi capace de recoacere pentru tablă subţire

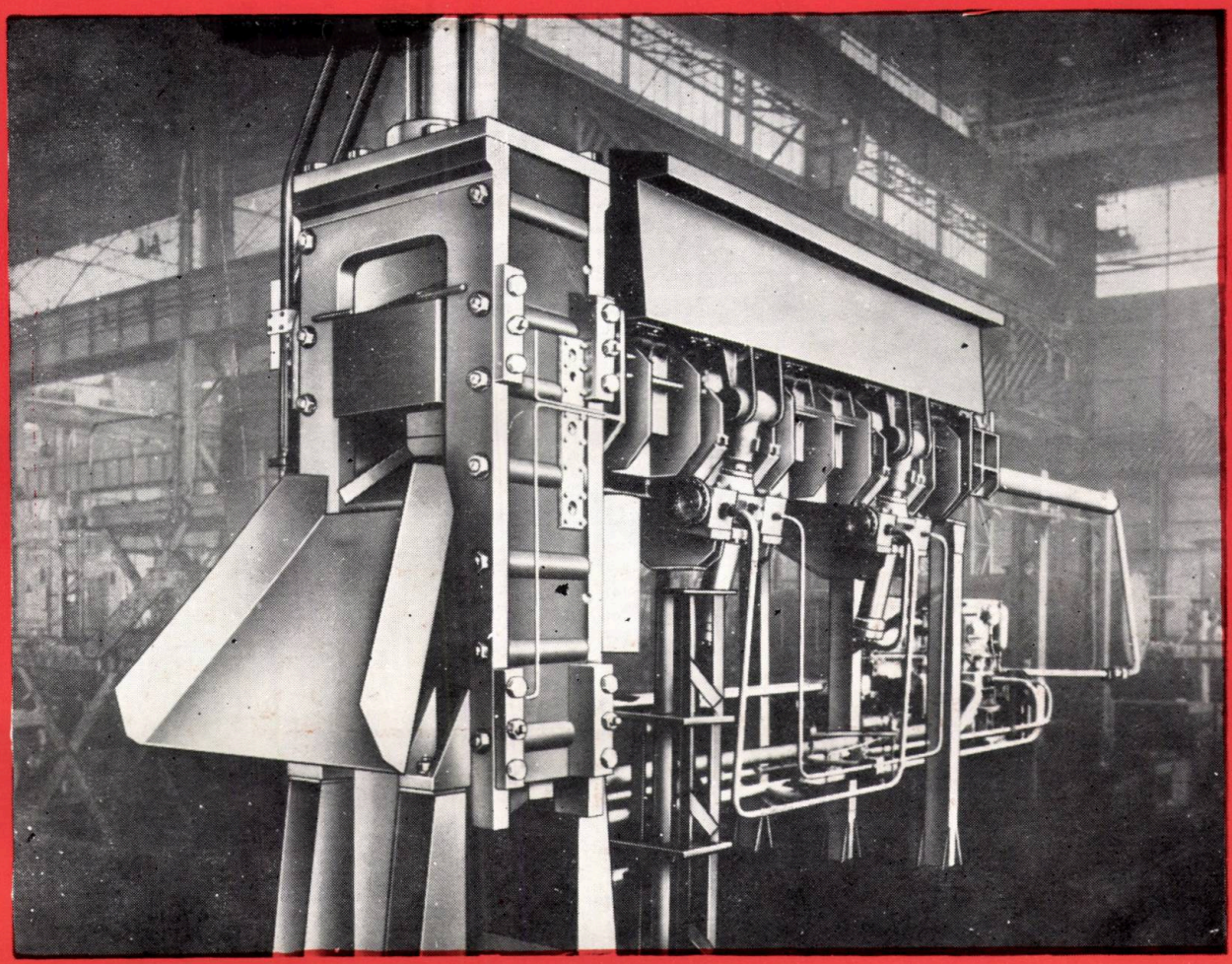
Greutatea pieselor turnate din oţel 0,2—12 t
Grosimea peretelui pieselor turnate 1 000 × 1 500 mm
Mărci de oţel conform STAS 600—65: OT 40—1, OT 45—1, OT 50—1, OT 55—1

BARE DIN OŢEL TRASE LA RECE

● rotunde ∅ 15—70 mm ● hexagonale 17—55 mm, din: oţel carbon obişnuit, oţel carbon de calitate, oţel pentru automate, oţel aliat ● rotunde ∅ 15—30 mm, din oţel pentru rulmenţi

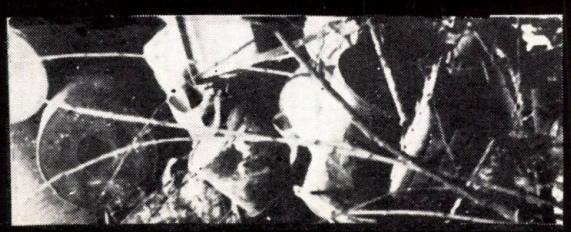
TABLĂ SILICIOASĂ

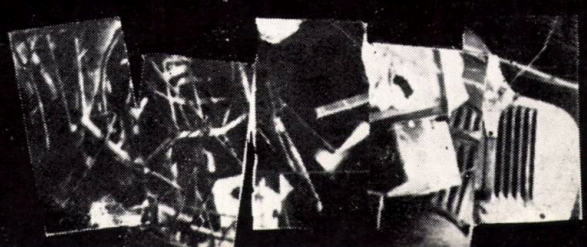
● 1000 × 2000 × 0,5



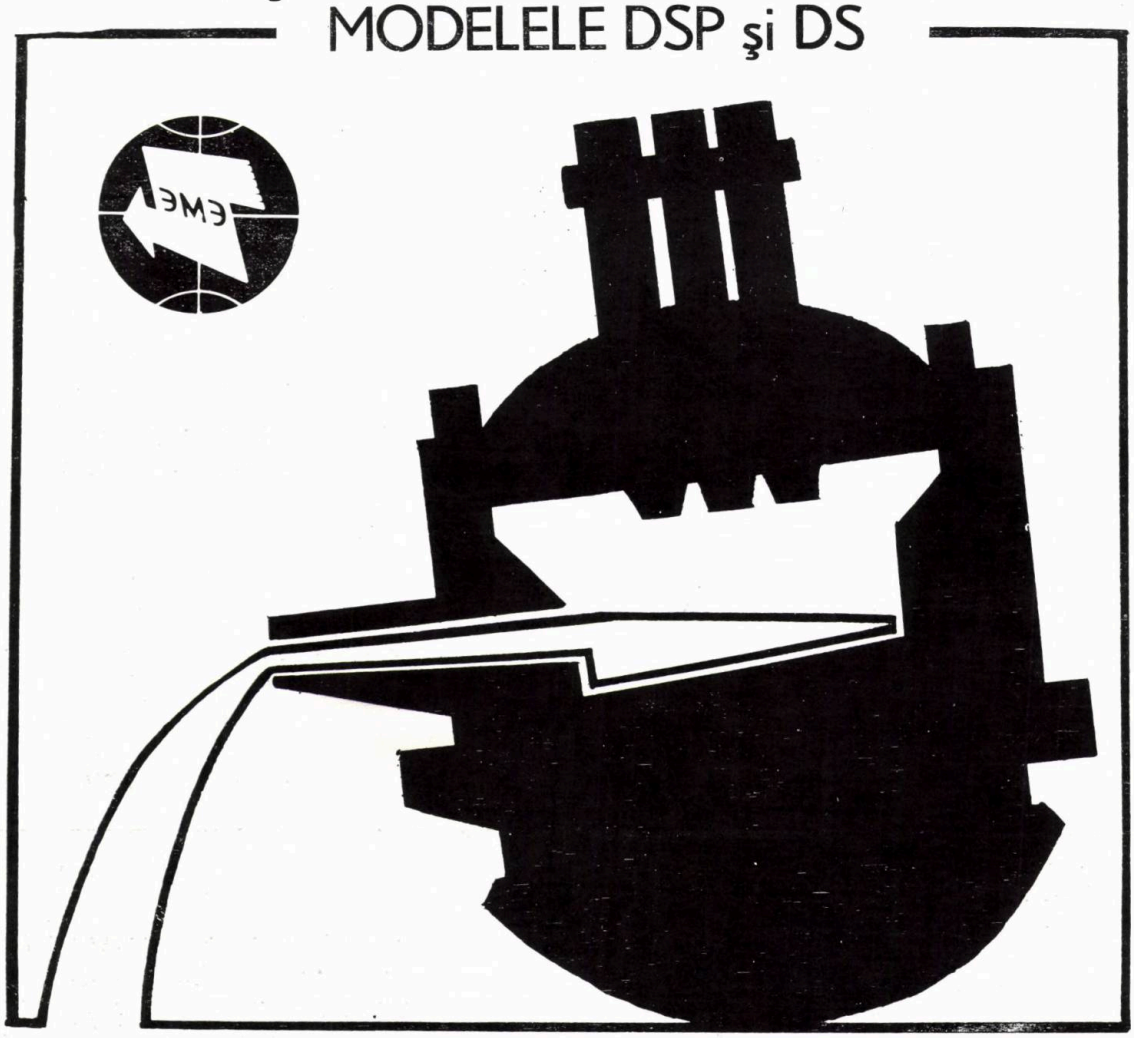
centrala de prelucrarea și colectarea deșeurilor metalice și refractare

Prin prelucrarea metalelor vechi (tăierea mecanică a tuturor deşeurilor feroase accesibile acestei operaţii) se ajunge la dublarea greutăţii volumetrice şi reducerea timpului de încărcare în cuptoare





CUPTOARE CU ARC PENTRU TOPIREA OŢELULUI, INALT MECANIZATE MODELELE DSP şi DS



pentru topirea oţelurilor aliate şi a oţelurilor de calitate pentru construcţii sînt folosite în turnătoriile uzinelor constructoare de maşini pentru confecţionare de piese şi pentru lingouri.

Cuptoarele electrice DSP-1,5; DSP-3; DSP-6 N ; DSP-6; DSP-12; DSP-25; DSP-50; DSP-100; DSP-200.

pentru încărcături de 1,5; 3; 6; 12; 25; 50; 100; 200 t, sînt echipate cu dispozitive electrohidraulice sau cu tiristori pentru reglajul sigur şi sensibil al puterii.

Intreprinderea de comerţ exterior "ENERGOMACHEXPORT" se poate angaja să conducă montajul, reglajul şi punerea în funcţiune a cuptoarelor electrice precum şi să formeze personalul clientului.

ENERGOMACHEXPORT

V/O „ENERGOMACHEXPORT" Str. Mosfilmovskaia nr. 35 Moscova V—330, U.R.S.S. Telex 7565

PUBLICOM

TECHSNABEXPORT

exportă:

Metale rare și alcaline :
beriliu, vanadiu, telur, indiu, calciu, molibden, niobiu, zirconiu și altele.

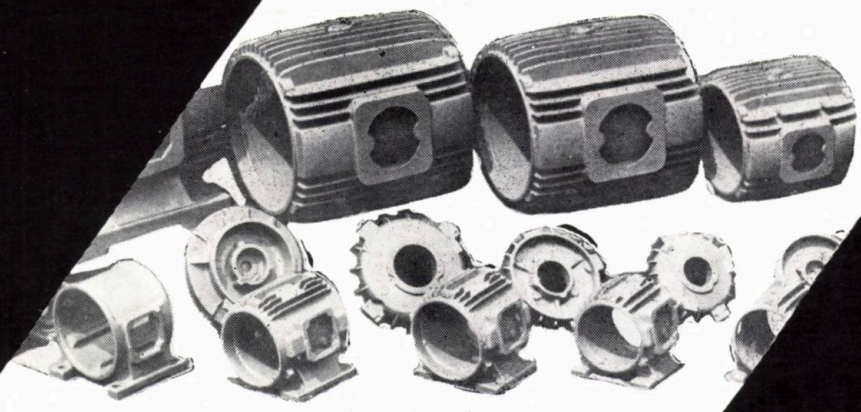
Metale rare alcalino–pămîntoase și aliajele lor :
gadoliniu, holmiu, disproziu, europiu, iterbiu, itriu , lantan, luteţiu, neodim, praseodim, samariu, terbiu, tuliu, ceriu, erbiu, aliaj samariu – cobalt, fosfor roșu pentru cinescoape de televiziune în culori.

PENTRU INFORMAȚII ȘI CERERI DE OFERTĂ VĂ RUGĂM SĂ VĂ ADRESAȚI :

V/K "TECHSNABEXPORT"
U.R.S.S., Moscova G – 200
telefon : 244–32–85
telex : 7268

Techsnabexport

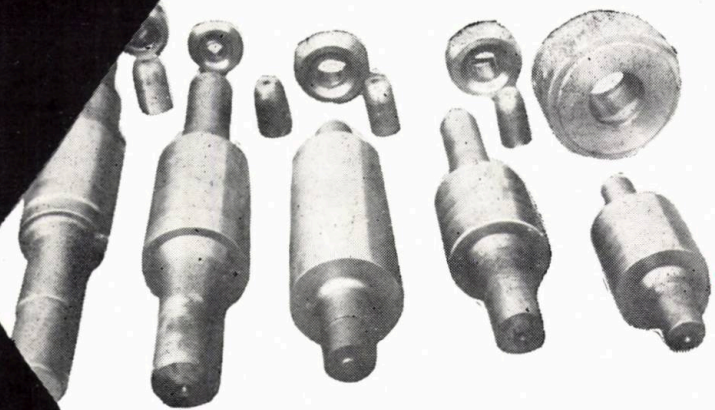
PUBLICOM



CARCASE PENTRU MOTOARE ELECTRICE

- pentru intern
- pentru export

SCUTURI, PALIERE PENTRU MOTOARE ELECTRICE



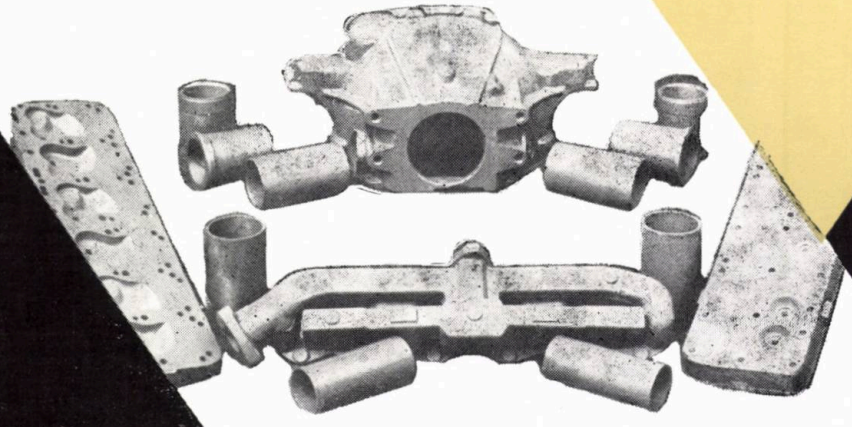
UZINA DE FIER VLAHIȚA

Jud. Harghita
Telefon: 4—11

CILINDRI DE LAMINOR CU CRUSTĂ DURA

- pentru sîrme, benzi și profile ușoare
- pentru tablă subțire

CILINDRI ȘI VALȚURI PENTRU INDUSTRIA CHIMICĂ
ROLE, MATRIȚE ȘI DOPURI PENTRU LAMINOARE DE ȚEVI
FONTĂ SPECIALĂ PENTRU TURNĂTORIE



PIESE DE SCHIMB AUTO

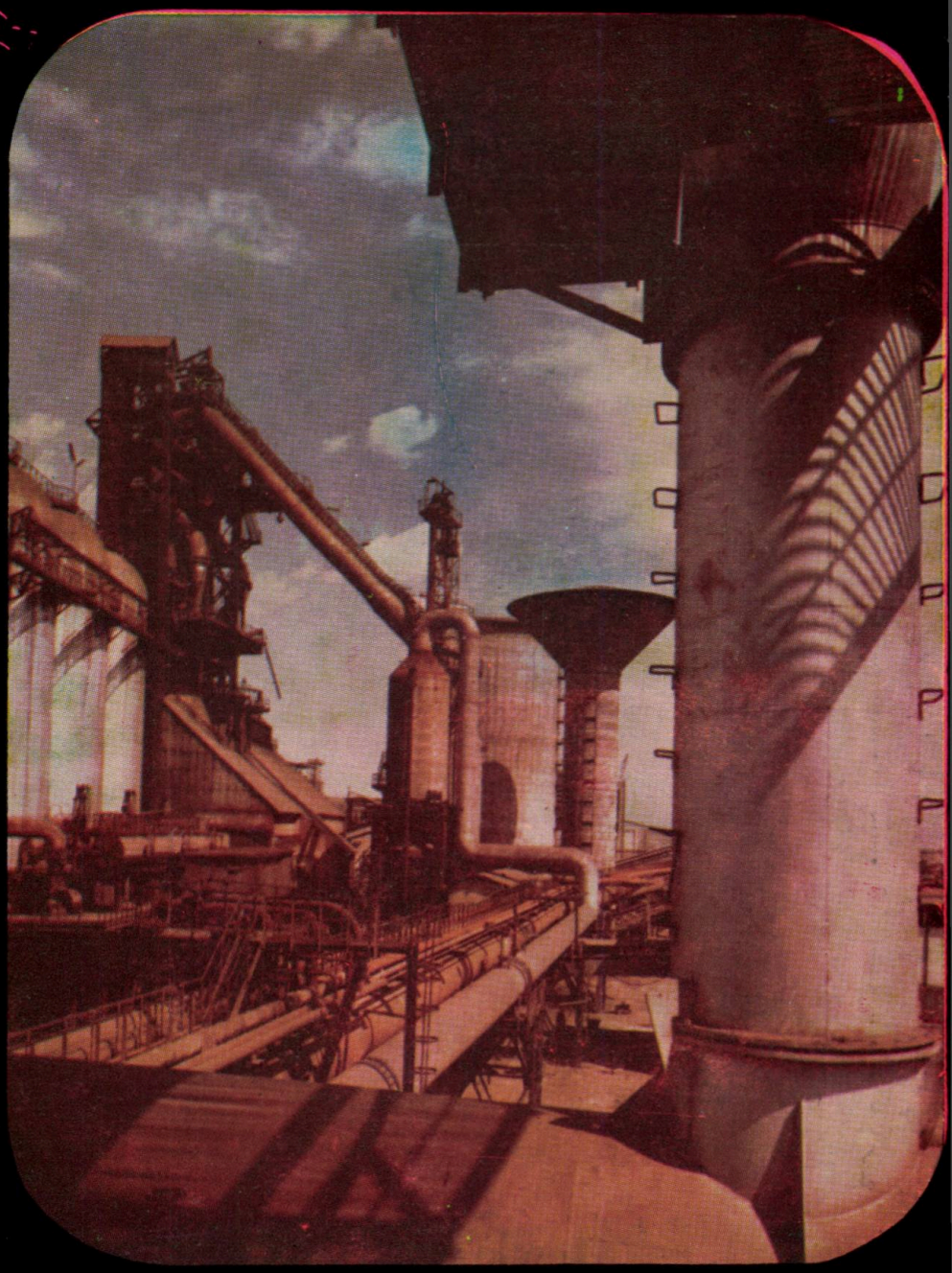
- chiulase
- carcase ambreiaj
- colector de admisie și evacuare
- cămăși pistoane

CSH

vă oferă:

profile laminate din oțeluri carbon calmate, semicalmate și necalmate, din oțeluri carbon de calitate aliate și slab aliate:

● rotunde cu diametrul de 10—180 mm ● cornier de 20×20—150×150 mm ● I 18—I 24 ● U 6,5—U 24 ● late de 20×5—200×20 mm ● benzi laminate la cald de 200×2—500×5 mm ● țagle, blumuri pentru forje, de 70×70—400×400 mm ● oțel beton cu profil periodic laminat la cald, oțel beton neted laminat la cald, sîrmă laminată la cald ● profile speciale pentru armături de mină pentru talpa șenilei de tractor etc.



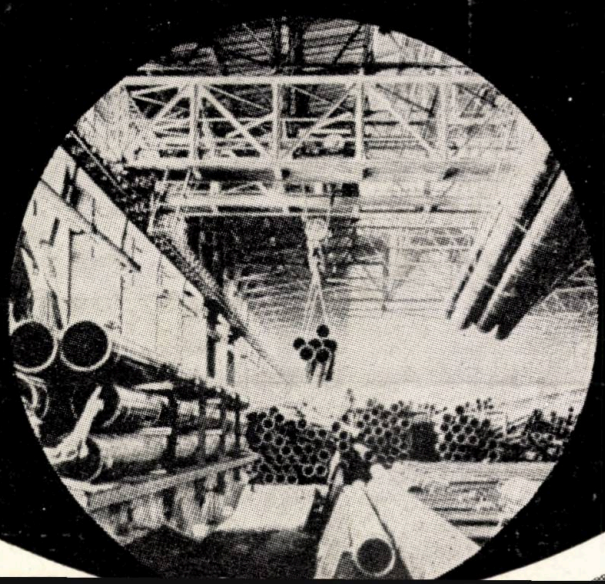
COMBINATUL SIDERURGIC HUNEDOARA

Str. Dr. P. Groza nr. 8. Hunedoara ● Telex: 032411 ● Tel: 1075-1077-1450-2533-2934

UZINA DE ȚEVI ROMAN

Vă oferă :

- conducte pentru industria petrolieră, țevi pentru conducte de uz general etc., cu diametrul de 89 – 377 mm, conform STAS, API, GOST și DIN
- burlane de foraj, cu diametrul de 4 1/2 – 13 3/8 inci, conform STAS, API și GOST
- prăjini grele de foraj, cu diametrul de 4 1/8 – 8 inci, conform STAS și API
- prăjini pătrate laminate de 4 1/4 – 6 inci conform STAS
- țevi de construcții, cu diametrul de 89 — 168 mm
- țevi diverse: pentru turboburi, cămăși de pompe, tampoane, racorduri speciale



E3280

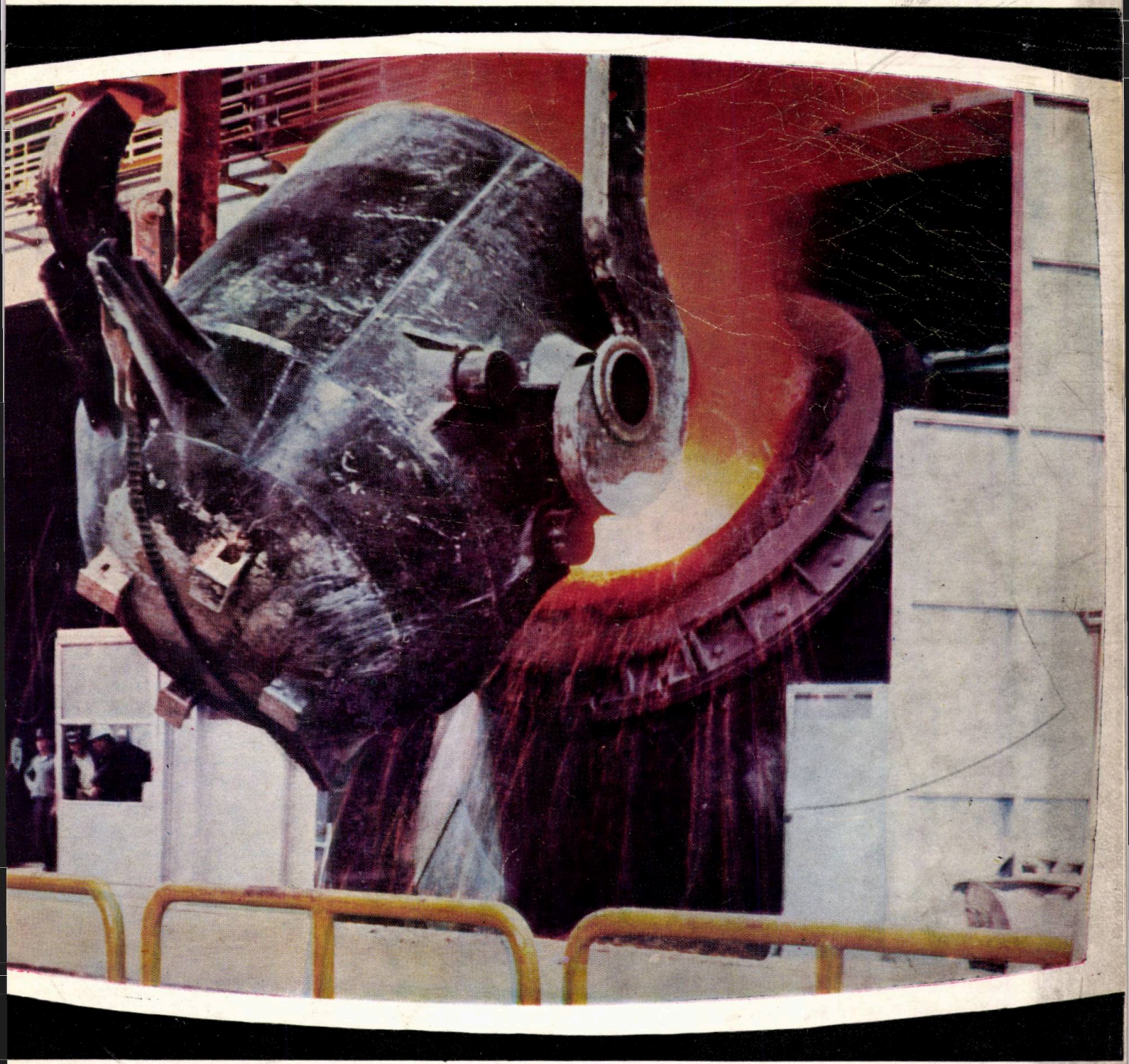
R

REFERÁLVA

METALURGIA

9

1973



Combinatul siderurgic

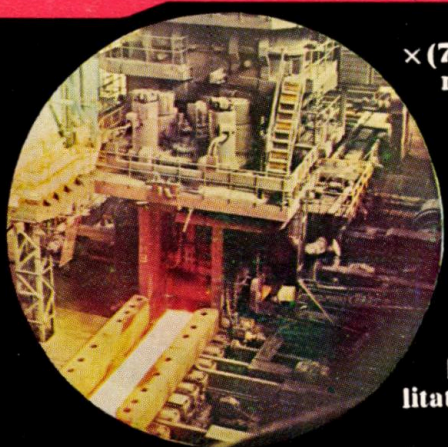
GALAȚI

Telegraf: Combin Galați
Telefon: 18 300
Telex: 015253; 015257

TABLE GROASE: ● de (6—150 mm) × (1500—3000 mm) × max. 15000 mm ● din oțeluri calmate, semicalmate, necalmate și slab aliate ● utilizate în construcții mecanice, construcții metalice, construcții navale, construcții de cazane etc.

TABLE ÎN FOI laminate la cald: ● de (1,8—7 mm) × (700—1500 mm) × (2000—10000 mm).

BANDĂ ÎN RULOURI laminată la cald: ● de (1,5—12 mm) ×



× (700—1550 mm) și greutate max. 24 t ● utilizată la fabricarea țevilor sudate, profilelor îndoite sau pentru relaminare la rece.

TABLE ȘI BENZI laminate la rece: ● de (0,3—3 mm) × max. 1500 mm ● utilizate pentru caroserii, construcții metalice, țevi sudate, profile îndoite.

SULFAT FEROS HEPTAHIDRATAT—STAS 2189—68, calitatea I și II, puritate 98—99%

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

METALURGIA

Anul 25 Nr. 9 septembrie 1973

CUPRINS

Pavoni Ig. : **Industria metalurgică în anul de bază al cincinalului** 529

Moldovan I. : **Dezvoltarea producției de țevi în R. S. România** 533

Gâdea V. și *Manoliu V.* : **Institutul de proiectări pentru laminoare — „IPROLAM" — participant activ la progresul metalurgiei românești** 536

Fokt Viorica și *Radu I. I.* : **Contribuția „IPROLAM" la realizarea Întreprinderii metalurgice — Iași.** 540

Rădulescu Cr. și *Radu I. I.* : **Proiectarea de utilaje tehnologice în Institutul de proiectări pentru laminoare — „IPROLAM"** 542

Oprea Fl. : **Contribuția Facultății de metalurgie la progresul industriei metalurgice și constructoare de mașini** 544

Segărceanu T. : **Metalurgia metalelor neferoase, succese și perspective** 549

Ștefănescu Cl. : **România a depășit producția de un milion tone piese turnate** 553

Mircea Șt. : **Dezvoltarea producției de materiale refractare în R. S. România** 559

STUDII ȘI CERCETĂRI

Botha L. : **Contribuții la studiul metalografic al pseudoaliajului sinterizat Ag — CdO pentru contacte electrice** 562

Svetenco O. și *Săvulescu P.* : **Depunerea aliajelor dure pe partea activă a brăzdarelor cu încălzire prin curenți de înaltă frecvență** 565

Cornea A., Segărceanu T. și *Giurgea Mariana* : **Extracția lichid-lichid a cadmiului și zincului din soluții sulfurice cu acizi carboxilici** 568

REALIZĂRI TEHNICE

Toma O. și *Crișan T.* : **Determinarea prin spectrofotometria de absorbție atomică a conținutului de cupru, mangan, fier și zinc din duraluminiu** 574

Popa N. : **Realizarea clopoțeilor din oțel inoxidabil pentru coloane de distilare folosite în industria petrochimică** 577

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Ciobanu I. : **Defectele cauzate de dilatația nisipului la turnarea aliajelor în forme crude** 582

RECENZII 535, 548, 564

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE 581, 590

COMITETUL DE REDACȚIE

A. ANTONESCU, C. AVRAM, ȘT. CARDALEF, V. CHIRIȚĂ, D. COSMA, VL. DAVID, A. DIJMĂRESCU, CTIN. DRAGOMIR, I. DRĂGAN, TR. DUMITRESCU, SUZANA GÂDEA, V. GROSU, VL. HOLBAN, A. IEREMIA, B. KONCZ, P. MARCU, I. MOLDOVAN, N. MURGULEȚ, FL. OPREA, IG. PAVONI, T. SEGĂRCEANU, L. SOFRONI, CL. ȘTEFĂNESCU, I. TRIPȘA, V. VULCU

Redactor responsabil: L. SOFRONI

Șef rubrică: GEORGETA COMȘA

Tehnoredactor: LYDYA POPESCU

Coperta: Combinatul siderurgic — Galați

Revista METALURGIA, organ al Ministerului Industriei Metalurgice și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România — Redacția și administrația, București, str. Academiei 7, Sector 1. Telefon: 13 02 .28 și 15.81.50/209. Revista este editată de C.D.P.T. — M.I.M. Abonamentele se primesc la administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete tehnice în contul nostru de virament: 30.05.01.00. B.N. a Republicii Socialiste România — Sector 1. M.I.M. — Centrul de documentare și publicații tehnice — București. Tarif pentru întreprinderi: lei 150 anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni, ingineri: lei 48 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul — Întreprinderea Poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25. Buc.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D. G. P. T. nr. 560/426/1969

I. P. I. 3054

42 406

SOMMAIRE

CD 669 (498)

Pavoni Ig. : **L'industrie métallurgique dans l'annéee de base du quinquenal.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 529–532

CD 621.774 : 001.892 (498)

Moldovan I. : **Le développement de la production de tubes dans la République Socialiste de Roumanie.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 533–535

CD 621.771.06 : 62.001.13 (498)

Gâdea V. et *Manoliu V.* : **L'Institut d'élaboration des projets pour les laminoirs, IPROLAM, participant actif au progrés de la métallurgie roumaine.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 536–539

CD 669.1.013.5 : 62.001.13 (498)

Fokt Viorica et *Radu I. I.* : **La contribution d'IPROLAM à la réalisation de l'Entreprise métallurgique de Jassy.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 540–541

CD 658.2 : 62.001.13 (498)

Rădulescu Cr. et *Radu I. I.* : **L'élaboration des projets pour les outillages technologiques à l'Institut d'élaboration des projets pour les laminoirs – IPROLAM.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 542–543

CD 669 : 378 (498)

Oprea Fl. : **La contribution de la Faciulté de métallurgie au progrès de l'industrie métallurgique et constructrice de machines.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 544–548

CD 669.21.8 : 001.892 (498)

Segărceanu T. : **La métallurgie des métaux non-ferreux, succès et perspectives.**

Metalurgia 25 (1972), nr. 9, p. 549–552

CD 621.74 : 669 : 001. 892 (498)

Ştefănescu Cl. : **La Roumanie a dépassé la production d'un million de tonnes de pièces coulées.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 553–558

CD 666.76 : 001.892 (498)

Mircea Şt. : **Le développement de la production de matériaux réfractaires dans la République Socialiste de Roumanie.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 559–561

CD 620.18 : 669.22'73

Botha L. : **Contributions à l'étude métallographique du pseudo-alliage sintétisé Ag–CdO destiné aux contacts électriques.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 562–564

CD 669.056.9 : 621.3.023

Svetenco O. et *Săvulescu P.* : **Le dépôt des alliages durs sur la partie active des socs à chauffage par des courants de haute fréquence.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 565–567

CD 669.733.23

Cornea A., *Segărceanu T.* et *Giurgea Mariana* : **L'extraction liquide-liquide du cadmium et du zinc à partir des solutions sulfuriques avec des acides carboxiliques.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 568–573

CD 543.42 : 669.715

Toma O. et *Crişan T.* : **La détermination, par spéctrophotométrie d'absorbtion atomique, de la teneur en cuivre, en manganèse, en fer et en zinc du duraluminium.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 574–576

CD 669.14.018.8 : 665.6

Popa N. : **La réalisation des clochettes en acier inoxydable pour les colonnes de distillation utilisées dans l'industrie pétrochimique.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 577–581

CD 621.742.42

Ciobanu I. : **Les défauts dûs à la dilatation du sable lors du moulage des alliages dans des moules bruts.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 582–588

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 669.498

Павони Иг.: **Металлургическая промышленность в основном году пятилетки.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 529–532

ДК 621.774:001.892(498)

Молдован И.: **Развитие трубного производства в СР Румынии.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 533–535

ДК 621.771.06:62.001.13(498)

Гыдя В. и *Манолиу В.:* **Проектный институт прокатных станов — ИПРОЛАМ — активный участник в прогрессе румынской металлургии.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 536–539

ДК 669.1·013.5:62.001.13(498)

Фокт Виорика и *Раду И. И.:* **Вклад ИПРОЛАМ-а в создание Металлургического предприятия — Яссы.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 540–541

ДК 658.2:62.001.13(498)

Рэдулеску Кр. и *Раду И. И.:* **Проектирование технологического оборудования в Проектном институте прокатных станов ИПРОЛАМ.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 542–543

ДК 669:378(498)

Опря Фл.: **Вклад металлургического факультета в прогресс металлургической и машиностроительной промышленности.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 544–548

ДК 669:21.8:001.892(498)

Сегэрчану Т.: **Металлургия цветных металлов, успехи и перспективы.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 549–552

ДК 621.74:669:001.892(498)

Штефэнеску Кл: **Румыния превысила продукцию в 1 млн. т отливок.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 553–558

ДК 667.76:001.892(498)

Мирчя Шт.: **Развитие производства огнеупорных материалов в СР Румынии.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 559–561

ДК 620.18:669.22'73

Бота Л.: **К металлографическому исследованию спеченного псевдосплава Ag-CdO для электрических контактов.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 562–564

ДК 669.056.9:621.3.023

Светенко О. и *Сэвулеску П.:* **Осаждение твердых сплавов на активную часть лемехов при нагреве т.в.ч.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 565–567

ДК 669.733.23

Корня А., Сегэрчану Т. и Джурджя Мариана: **Экстрагирование способом жидкость-жидкость кадмия и цинка из сернокислых растворов при помощи карбоновых кислот**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 568–573

ДК 543.42:669.715

Тома О. и *Кришан Т.:* **Определение методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии содержаний меди, марганца, железа и цинка в дуралюминии.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 574–576

ДК 669.14.018.8:665.6

Попа Н.: **Производство колпаков из нержавеющей стали для дистилляционных колон, используемых в нефтеперерабатывающей промышленности.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 577–581

ДК 621.742.42

Чобану И.: **Дефекты, вызываемые расширением песка при литье сплавов в сырые формы.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 582–588

INHALT

DK 669 (498)

Pavoni Ig.: **Die metallurgische Industrie im Hauptjahr des Fünjahrplans.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 529–532

DK 621.774 : 001.892 (498)

Moldovan I.: **Entwicklung der Röhrenproduktion in Rumänien.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 533–535

DK 621.771.06 : 62.001.13 (498)

Gâdea V. und *Manoliu V.*: **Das Institut für Walzwerkprojektierung — IPROLAM, ein wirksamer Teilnehmer im Fortschritt der rumänischen Mettalurgie.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 536–539

DK 669.1.013.5 : 62.001.13 (498)

Fokt Viorica und *Radu I. I.*: **Beitrag des Instituts für Walzwerkprojektierung — IPROLAM zu der Erzeugung des Metallurgischen Werkes — Iaşi.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 540–541

DK 658.2 : 62.001.13 (49)

Răduleecu Cr. und *Radu I. I.*: **Projektierung von technologischen Werkzeugen im Institut für Walzwerkprojektierung — IPROLAM.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 542–543

DK 669. : 378 (498)

Oprea Fl: **Beiträge der Fakultät für Metallurgiekunde zu dem Fortschritt der mettalurgischen Industrie und der Maschinenbauindustrie.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 544–548

DK 669.21. : 001.892 (498)

Segărceanu T.: **Nishteisenmetallwesen, Erfolage und Aussichten.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p 549–552

DK 621.74 : 669 : 001.892 (498)

Ştefănescu Cl.: **Rumänien hat 1 000 000 t Gussproduktion überschritten.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 553–558

DK 666.76 : 001.892 (498)

Mircea Şt.: **Entwicklung der Feuerfeststoffproduktion in Rumänien.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 559–561

DK 620.18 : 669.22'73

Botha L.: **Beiträge zu der metallographischen Erforschung einer gesinterten Ag–CdO Pseudolegierung für elektrische Kontakte.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 562–564

DK 669.056.9 : 621.3.023

Svetenco O. und *Săvulescu P.*: **Abscheidung von Hartlegierungen auf der Arbeitsfläche der Pflugeisen durch Erwärmung in Hochfrequenzstrom.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 565–567

DK 669.733.23

Cornea A., Segărceanu T. und *Giurgea Mariana*: **Liquid-Liquid Kadmium- und Zinkgewinnung auf schwefelsäurigen Lösungen mittels Karboxylsäure.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 568–573

DK 543.42 : 669.715

Toma O. und *Crişan T.*: **Spektrophotometrische Bestimmung durch atomische Absorption von Kupfer-, Mangan-, Eisen- und Zinkgehalt in Duralumin.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 574–576

DK 669.14.018.8 : 665.6

Popa N.: **Erzeugung von Glocken aus rostfreiem Stahl für die Destillationssäulen der petrochemischen Industrie.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 577–581

DK 621.742.42

Ciobanu I.: **Durch Sanddehnung verursachte Fehler bei Rohformguss von Legierungen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p.582–588

CONTENTS

DC 669 (498)

Pavoni Ig. : **The mettallurgical industry in the main year of the five-Cear-plan.**

metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 529–532

DC 621.774 : 001.892 (498)

Moldovan I. : **Development of tube manufacturing in Romania**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 533–535

DC 621.771.06 : 62.001.13 (498)

Gâdea V. and *Manoliu V.* : **The Institute for Rolling Mil Design — IPROLAM, an active participant in the progress of Romanian mettalurgy.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 536–539

DC 669.1.013. 5 : 62.001.13 (498)

Fokt Viorica and *Radu I. I.* : **Coutrinbtions of the Institute for Rolling Mill Design — IPROLAM to the achievement of Mettallurgical Works — Iași.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 540–541

DC 658.2 : 62.001.13 (498)

Rădulescu Cr. and *Radu I. I.* : **Design of technological equipment at the Institute for Rolling Mill Design — — IPROLAM.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 542–543

DC 669 : 378 (498)

Oprea Fl. : **Contribution of the Metallurgicall Faculty to the development of the metallurgical and machine-building industry.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 544–548

DC 669.21.8 : 001.892 (498)

Segărceanu T. : **Non-ferrous metallurgy, successes and outlooks.**

Metalurgia 23 (1973), nr. 9, p. 549–552

DC 621.74 : 669 : 001.892 (498)

Ștefănescu Cl. : **Romania has enceded 1 000 000 t cast parts.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 553–558

DC 666.76 : 001.892 (498)

Mircea Șt. : **Developement ol refractory manufacturing in Romania.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 559–561

DC 620.18 : 669.22'73

Botha L. : **Contributions to the metallographic study of a Ag–CdO sintered pseudoalloy for electrical contacts.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 562–564

DC 669.056.9 : 621.3.023

Svetenco O. and *Săvulescu P.* : **Deposition of hard alloys on the working surface of shares by high-frequency heating.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 565–567

DC 669.733.23

Cornea A., Segărceanu T. and *Giurgea Mariana* : **Liquid-liquid extraction of cadmium and zinc out of sulphuric solutions by means of carboxylic acids.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 568–773

DC 543.42 : 669.715

Toma O. and *Crișan T.* : **Determination by atomic-absorbtion spectrophotometry of copper, manganese, iron and zinc content in duralumin.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 574–576

DC 669.14.018.8 : 665.6

Popa N. : **Manufacturing of stainless-steel bells for the distilling columns used in the petrochemical industry.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 577–581

DC 621.742. 42

Ciobanu I. : **Flaws induced by sand dilatation when casting alloys in green moulds.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 9, p. 582–588

Ing. Ig. Pavoni
Ministerul Industriei Metalurgice

Industria metalurgică în anul de bază al cincinalului

Perioada actuală de dezvoltare a țării noastre este marcată de o amplă și creatoare activitate desfășurată de partid, pentru perfecționarea vieții economice și sociale a României.

Întregul sistem al relațiilor de producție, formele de organizare și de conducere din toate compartimentele mecanismului economic și social sînt supuse unor profunde prefaceri înnoitoare, în vederea creării acelui cadru necesar avîntului rapid al forțelor de producție, la parametrii ceruți de făurirea societății socialiste multilateral dezvoltate.

Coordonată majoră a dezvoltării României de azi și de mîine continuă să fie creșterea susținută a industriei, a cărei producție, în două decenii, 1970—1990, va spori de 6—8 ori, cu un ritm mediu anual de 9—10%. Este vorba deci de un ritm rapid, care include nu numai și nu în primul rînd schimbări cantitative, fie ele chiar spectaculoase, ci mai ales schimbări calitative. Aceasta înseamnă, în principal, creșterea potențialului industrial, lărgirea substanțială a bazei energetice și de materii prime prin folosirea cît mai eficientă a resurselor proprii, a posibilităților de import și de cooperare cu alte țări, înseamnă modernizarea industriei, urmărindu-se cu prioritate un grad înalt de prelucrare a resurselor.

A devenit parte integrantă din conștiința maselor aprecierea Plenarei Comitetului Central al Partidului din noiembrie anul trecut, potrivit căreia planul pe anul 1973 este hotărîtor pentru îndeplinirea cincinalului în avans și la un înalt nivel calitativ. Atributul de hotărîtor este determinat, în primul rînd, de ritmurile de dezvoltare a tuturor sectoarelor de activitate și cu precădere

a sectoarelor producției materiale. Sînt ritmuri menite să conducă la îndeplinirea unui obiectiv central al actualului cincinal: accentuarea procesului de specializare și modernizare a producției pentru creșterea considerabilă a eficienței economiei și pe această cale a venitului național, precum și a participării active, în condiții cît mai avantajoase, a României la diviziunea internațională a muncii.

Prin amploarea fondurilor destinate noilor capacități de producție, ca și prin importanța obiectivelor ce vor fi puse în funcțiune, anul 1973 se înscrie ca an de vîrf și în domeniul dezvoltării.

Aceste ritmuri se înscriu în viziunea generală a partidului și statului nostru cu privire la relația dintre creșterea economică și progresul social și sînt puse în evidență de tabloul metalurgiei acestor zile.

În intervalul 1971—1972 producția industriei metalurgice a crescut într-un ritm mediu anual de 10,1% față de 8,8% cît se stabilise prin planul cincinal pentru această etapă.

Comparativ cu anul 1970, în anul 1972 producția la principalele produse a crescut cu: 679 mii t fontă, 884 mii t oțel, 726 mii t laminate finite pline, 113 mii t țevi din oțel, 20 mii t aluminiu etc.

Producția de oțel pe locuitor realizată în anul 1972 a fost de cca. 16 ori mai mare decît în anul nationalizarii. Sporul de producție realizat în anul 1972, față de anul 1970, reprezintă nivelul integral al producției din anul 1958 la: oțel, laminate finite pline și țevi din oțel și de aproape 3 ori producția anului 1965 la aluminiu.

Creșterea producției metalurgice s-a obținut prin utilizarea mai bună a capacităților de producție, prin intensificarea proceselor tehnologice și reducerea timpilor neproductivi, precum și pe seama intrării în funcțiune a unor noi capacități.

În acest cincinal au fost alocate industriei metalurgice fonduri de investiții de 2 ori mai mari decît în cincinalul trecut și care reprezintă cca. 7,2% din volumul total pe economie.

Caracteristic acestei perioade este preocuparea pentru armonizarea capacităților de producție ale diferitelor sectoare: furnale, oțelării, laminoare degrosisoare și finisoare, concomitent cu satisfacerea, într-o măsură tot mai mare, a solicitărilor celorlalte ramuri, aflate la rîndul lor în plină dezvoltare.

Combinatul siderurgic de la Galați a fost înzestrat cu cel de-al treilea furnal de 1 700 m³ și sporul corespunzător de capacitate la oțelărie, cu două laminoare de mare capacitate pentru benzi și table laminate la cald și la rece, precum și cu primele două baterii pentru fabricarea cocsului metalurgic, devenind în prezent cel mai puternic centru siderurgic al țării.

La Hunedoara și Reșița au fost puse în funcțiune importante capacități de producție pentru aglomerat, fontă, oțel și laminate, iar la „Republica", Cîmpia Turzii, Buzău și Oțelul Roșu, noi capacități pentru țevi, sîrmă trefilată, plase sudate, bare trase.

În același timp, metalurgia neferoasă și-a continuat dezvoltarea etapizată a Întreprinderii de aluminiu—Slatina.

Modernizarea mijloacelor de producție, înzestrarea unităților cu agregate moderne, perfecționarea proceselor tehnologice existente și introducerea de noi tehnologii au permis aplicarea în industria metalurgică a Directivelor Congresului al X-lea al P.C.R. privind îmbunătățirea substanțială a structurii producției, prelucrarea avansată a metalului pentru obținerea de sortimente

mai valoroase, ridicarea calității producției metalurgice, corespunzător exigențelor sporite ale beneficiarilor interni și externi.

S-au asimilat mărci noi de oțeluri, de aliaje din cupru și aluminiu, care în continuare au permis să se realizeze: table și benzi pentru ambutisaj adînc, table pentru industria navală și de cazane, diverse laminate din oțel și neferoase pentru industria de autoturisme și camioane, țevi inoxidabile și țevi rezistente la temperaturi ridicate pentru industria chimică și energetică etc.

În scopul reducerii consumului de metal și creșterii parametrilor funcționali la industria constructoare de mașini — principalul beneficiar — producția de oțeluri aliate în anul 1972 a fost mai mare cu 27,5% decît realizările anului 1970, reprezentînd 7,1% din producția totală de oțel.

Ponderea oțelurilor carbon de calitate și slab aliate, din cantitatea totală de oțel, s-a ridicat în perioada actuală la 41%, față de 28,7% în anul 1970.

Produsele noi și reproiectate reprezintă în prezent 23,3% din valoarea totală a producției, față de 12,6% din anul 1971.

În prezent eficiența activității economice, comparativ cu anul 1970, arată o creștere a productivității muncii cu 19%, reducerea cheltuielilor de producție la 1 000 lei producție-marfă cu 56,7 lei, în special pe seama reducerii cheltuielilor materiale. Este semnificativ faptul că, față de anul 1970, în anul 1972 68% din sporul de producție s-a obținut pe seama creșterii productivității muncii.

Necesarul mereu crescînd de metal pentru industrializarea socialistă a țării a fost asigurat la intern într-un grad tot mai mare, reducîndu-se importul total sau parțial la o serie de produse ca: produse plate pentru construcții navale, poduri și cazane etc.; electrozi de sudură și siderurgici; oțel beton precomprimat; țevi pentru industria petrochimică, precum și diferite extrudate și laminate din aluminiu și aliaje de aluminiu.

Produsele metalurgiei românești se bucură pe piața externă de aprecieri deosebite, ele fiind solicitate în aproape 50 de țări, printre care țări puternic industrializate ca: U.R.S.S., R.S.C., R.D.G., R.F.Germania, Italia, Franța, Anglia, S.U.A., Suedia etc.

Structura exportului s-a îmbunătățit de la an la an, produsele cu grad inferior de prelucrare fiind înlocuite cu produse calitativ superioare și cu un grad sporit de prelucrare.

În etapa 1973—1975 metalurgiei îi revine sarcina să realizeze peste prevederile cincinalului un spor al producției de oțel de cca. 1 mil. t, astfel ca să se poată crea premisele realizării cincinalului în patru ani și jumătate, în alte sectoare ale economiei. Sporul de laminate rezultat din acest oțel, cît și alte importante creșteri de producție vor fi obținute prin folosirea mai bună a capacităților instalate și realizarea în timpul cel mai scurt a profilului final al unităților noi, pentru realizarea unor indicatori economici cît mai avantajoși și a măririi eficienței fondurilor fixe.

Actuala acțiune inițiată de conducerea de partid privind realizarea investițiilor a cuprins totalitar și lucrătorii din metalurgie, care își vor concentra eforturile în punerea în funcțiune, în etapa următoare, a unor obiective principale cum sînt: Întreprinderea de oțeluri aliate de la Tîrgoviște, Întreprinderea de alumină — Tulcea, dezvoltări ale capacităților de producție la Combinatul siderurgic — Galați, Întreprinderea de țevi — Roman, Întreprinderea metalurgică—Iași, Întreprinderea de prelucrare a aluminiului — Slatina, Întreprinderea „Oțelul Roșu", Întreprinderea „Carbochim" — Cluj ș.a.

Dezvoltarea este orientată spre creşterea capacităţilor de producţie şi prelucrare a oţelurilor de calitate superioară, aliate, slab aliate, carbon de calitate, spre fabricarea unor game variate de sortimente noi, cu grad mare de prelucrare, cum sînt produsele din oţeluri de înaltă rezistenţă, inoxidabile şi refractare, table şi benzi electrotehnice, tablă zincată, bare trase, ţevi de precizie şi din oţeluri speciale, folii din aluminiu şi aliaje neferoase speciale.

În anul 1975 producţia de oţel lingou va depăşi 10 mil. t, din care peste 1 mil. t oţel aliat, iar producţia de aluminiu va depăşi 210 mii t. Creşterea producţiei de laminate la peste 7 mil. t va fi mai mare la produsele plate, care vor deţine peste 50% din totalul laminatelor, faţă de 33% din 1970.

În aceşti ani se va diversifica producţia atît din punct de vedere al mărcilor de oţel, cît şi sub aspectul îmbunătăţirii gamei tipodimensionale a produselor laminate şi a caracteristicilor acestora, ceea ce va face ca în 1975 cca. 52% din totalul producţiei să reprezinte produse noi sau realizate după tehnologii noi.

În actualul cincinal creşterea eficienţei economice a ramurii este exprimată prin sporul mai accentuat al volumului acumulărilor băneşti şi al venitului net, faţă de creşterea volumului producţiei globale. În timp ce nivelul producţiei globale va fi în 1975 cu cca. 90% mai mare decît cel realizat în 1970, beneficiile sînt prevăzute să crească de 3,4 ori, iar venitul net, de peste 3 ori, ca urmare a sporirii valorii unitare a produselor şi reducerii cheltuielilor la 1 000 lei producţie-marfă.

Dezvoltarea industriei metalurgice ca ramură de bază a economiei se înscrie în ritmul înalt de dezvoltare a celorlalte ramuri industriale, care în ansamblu vor contribui la dezvoltarea multilaterală a ţării noastre.

De aceea sărbătorind „ZIUA METALURGISTULUI" lucrătorii din această ramură, bazaţi pe cunoaşterea profundă a realităţilor istorice din patria noastră, a fenomenelor şi proceselor caracteristice epocii contemporane, îşi afirmă hotărîrea fermă de a munci susţinut pentru înfăptuirea sarcinilor economice încredinţate de partid.

METALURGIA 9 1973

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI METALURGICE ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Dezvoltarea producţiei de ţevi în R.S. România

Ing. I. Moldovan
Intreprinderea de ţevi Republica—Bucureşti

CZ 621.774:001.892 (498)

Industria producţiei de material tubular din România a împlinit, în 1973, 35 ani de existenţă.

Dezvoltarea producţiei de ţevi din oţel a fost strîns legată de dezvoltarea impetuoasă a întregii industrii, a întregii economii a României socialiste. Cu toate greutăţile din perioada imediat următoare punerii în funcţiune a Întreprinderii de ţevi „Republica"—Bucureşti, producţia de ţevi din oţel a cunoscut o dezvoltare deosebită, mai ales începînd cu actul naţionalizării din 11 iunie 1948.

Conducerea de Partid şi de Stat a acordat o atenţie deosebită dotării şi dezvoltării Întreprinderii de „ţevi Republica", construirii şi punerii în funcţiune a unor noi capacităţi de producţie pentru materialul tubular.

Ţinînd seamă de dezvoltarea multilaterală a întregii economii, a industrializării susţinute a ţării în anii puterii populare, capacitatea existentă la data naţionalizării pentru producţia de ţevi s-a dovedit insuficientă. Pentru a acoperi necesarul de ţevi atît cantitativ, cît şi sortimental, în perioada imediat următoare naţionalizării, industria de ţevi a cunoscut următoarea dezvoltare :

— în 1951 a intrat în funcţiune la Întreprinderea de ţevi „Republica" — Bucureşti o nouă linie tehnologică, laminorul de 3 inci, tip Stossbank, care a asigurat ţevile de instalaţii şi eboşele pentru trăgătoria la rece ;

— în 1958 a intrat în funcţiune Întreprinderea de ţevi din Roman, pentru fabricarea ţevilor fără sudură cu diametre pînă la 16 inci;

— în 1960 a intrat în funcţiune unitatea de ţevi sudate elicoidal din şos. Colentina, ţevi cu diametre între 420 şi 1 020 mm, destinate conductelor magistrale, conductelor de apă etc.

— înfăptuirea programului de construcţii de locuinţe, de construcţii de noi obiective industriale etc. a necesitat construirea şi punerea în funcţiune a unei noi unităţi de producţie de ţevi de mare capacitate. Astfel, în 1964 a intrat în funcţiune la Iaşi o întreprindere de ţevi sudate longitudinal.

În figura 1, este redată dinamica producţiei de ţevi în R.S. România.

Paralel cu realizarea şi punerea în funcţiune a unor noi capacităţi de producţie s-a acordat o mare atenţie diversificării producţiei şi realizării unei producţii de înaltă calitate, care să fie competitivă pe piaţa mondială. Produsele de ţevi din întreprinderile Centralei industriale de prelucrări metalurgice sînt exportate, în prezent, în peste 40 de ţări, dintre care se enumeră : U.R.S.S., Cuba, China, India, Pakistan, Iran, Italia, R.F. Germania, R.D. Germană, R.A. Egipt, Suedia, Danemarca etc.

În scopul asigurării unui înalt nivel calitativ al producţiei de ţevi la toate întreprinderile centralei s-au efectuat şi se efectuează lucrări importante de dezvoltare şi modernizare. Astfel, la Întreprinderea de ţevi „Republica" lucrările de dezvoltare şi modernizare au început în 1967, constînd în principal din :

— modernizarea laminorului de 3 inci ;

— dotarea cu o nouă linie tehnologică, de 6 inci ;

— construirea unei noi secţii moderne de tragere şi laminare la rece a ţevilor;

— dotarea secţiilor cu utilaje moderne de prelucrare, tratament şi control nedistructiv, pentru fabricarea ţevilor destinate cazanelor energetice şi a materialului tubular cu rezistenţă ridicată pentru forajul de mare adîncime;

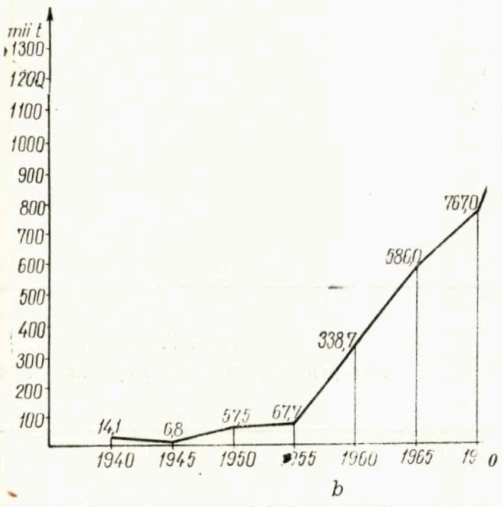


Fig. 1 : *a* — Dinamica producţiei de ţevi din oţel pe întreprinderi (1940—1975);
b — Dinamica producţiei de ţevi din oţel pe R. S. România (1940—1975).

— dotarea secţiei de ţevi sudate elicoidal cu o nouă linie modernă pentru fabricarea conductelor magistrale conform normelor API 5 LX.;

— dezvoltarea secţiilor de autoutilare pentru sculărie şi întreţinere mecano-energetică;

— înfiinţarea unui centru de proiectare-cercetare la nivelul centralei.

La Întreprinderea de ţevi—Roman au început şi sînt în curs de realizare următoarele:

— s-a dat în funcţiune, în 1970, un nou laminor de 6 inci;

— este în curs de realizare un atelier specializat pe tratamente termice şi prelucrări a materialului tubular pentru forajul adînc;

— se va realiza, în 1974, o nouă secţie de ţevi trase şi laminate la rece;

— se va dota întreprinderea cu o nouă linie de laminare pentru ţevi fără sudură sub Ø 6 inci.

Întreprinderea metalurgică—Iaşi cunoaşte o dezvoltare deosebit de importantă, această întreprindere urmînd a fi dotată cu trei linii noi moderne, pentru ţevi sudate, cu noi utilaje pentru profile uşoare îndoite din bandă, depăşind capacitatea actuală a uzinei cu peste 3 ori.

La finele actualului cincinal se vor produce peste 1,1 mil. t ţevi/an.

Pe plan mondial R.S. România se situează pe locul 10 între ţările producătoare de ţevi din oţel şi pe locul 3, în cadrul ţărilor socialiste. Acest lucru a fost posibil datorită atenţiei deosebite de care s-a bucurat din partea Conducerii superioare de Partid şi de Stat acest sector de activitate din cadrul industriei metalurgice.

În continuare, în preocupările prezente, un loc important îl ocupă diversificarea producţiei, asimilarea unor noi produse cu caracteristici superioare. Aşa, de exemplu, dacă în ultimii doi ani s-a reuşit asimilarea producţiei de ţevi inoxidabile, este necesar ca împreună cu furnizorul de materie primă, Combinatul siderurgic — Hunedoara şi cu Institutul de cercetări metalurgice, să se treacă la diversificarea calităţilor de oţeluri inoxidabile şi refractare.

În domeniul ţevilor pentru prospecţiuni geologice trebuie finalizate rezultatele bune obţinute în realizarea unor burlane şi prăjini cu toleranţe strînse şi filete speciale conform normelor ISO şi DCDMA.

Pentru asigurarea materialului tubular necesar industriei petroliere se vor asimila prăjini cu racorduri sudate conform normelor API Std 5 A şi 5 Ax, precum şi burlane de foraj cu îmbinări speciale Buttress şi Extreme Line.

Pentru industriile chimică, alimentară, farmaceutică trebuie realizate noi tipuri de ţevi cu calităţi superioare atît în ceea ce priveşte caracteristicile mecanice, cît şi starea suprafeţei. Astfel, trebuie fabricate ţevi care să reziste fie la temperaturi ridicate, fie la temperaturi joase sau foarte joase. Problema asigurării unor suprafeţe interioare şi exterioare foarte curate, protejate contra agenţilor corosivi care circulă în exteriorul sau interiorul lor, nu a fost rezolvată corespunzător în întreprinderile noastre. Pentru asigurarea unei calităţi superioare a ţevilor toate întreprinderile centralei au fost dotate sau sînt în curs de dotare cu aparatură modernă de control nedistructiv, prin ultrasunete, curenţi Foucault sau magnaflux. Această aparatură asigură un control corespunzător şi garantează calitatea produselor.

O dată cu dezvoltarea impetuoasă a producţiei de ţevi s-a acordat o atenţie deosebită formării cadrelor necesare acestei producţii. Dacă în 1940 numărul salariaţilor ocupaţi în producţia de ţevi nu depăşea 700, în prezent numai în acest sector lucrează peste 10 500 salariaţi. Formarea unor muncitori calificaţi, a maiştrilor şi tehnicienilor care să stăpînească şi să exploateze în cele mai bune condiţii utilajele moderne cu care au fost şi sînt dotate întreprinderile de ţevi, a fost şi este una din preocupările de bază a conducerii întreprinderilor şi a centralei. S-au înfiinţat şcoli profesionale, licee industriale şi şcoli pentru maiştri pe lîngă toate întreprinderile centralei. S-au folosit toate metodele de calificare, iar cadrele cu studii superioare sînt reciclate la Centrul de perfecţionare a cadrelor M.I.M.

În prezent întregul colectiv din centrală și din întreprinderile Centralei industriale de prelucrări metalurgice este angrenat, alături de întregul popor, pentru realizarea sarcinilor de plan pe 1973 și pe actualul cincinal, fiind ferm hotărîți să-și aducă din plin contribuția pentru realizarea cincinalului în patru ani și jumătate, pentru asigurarea unei eficiențe economice sporite, pentru propășirea economiei naționale, pentru creșterea bunei stări materiale și social-culturale a întregii țări.

RECENZII

Dr. ing. K. Herfurth, ing. W. Hilgenfeldt.) Tabellenbuch für Gussverbraucher (Indreptar pentru folosirea pieselor turnate)

VEB Deutcher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1968, 228 pag.

Coordonarea elaborării acestei lucrări este făcută de Institutul central pentru tehnica turnării din Leipzig.

Îndreptarul cuprinde numeroase date utile cu precădere din domeniul aliajelor folosite pentru turnarea pieselor și al procedeelor de formare și turnare.

În partea I a lucrării sînt prezentate standardele principalelor aliaje de turnătorie, proprietățile lor fizico-mecanice. Comparativ se arată care sînt posibilitățile de folosire a materialelor metalice din punct de vedere al rezistenței la tracțiune, limitei de curgere, modulului de elasticitate, alungirii, rezistenței la oboseală, capacității de amortizare a vibrațiilor. De asemenea, sînt date valorile proprietăților electrice și termice, precum și compozițiile chimice ale aliajelor în funcție de grosimea peretelui pieselor turnate.

În continuare sînt analizate pe larg fontele, oțelurile și aliajele neferoase de turnătorie sub aspectul compoziției chimice, structurii, proprietăților mecanice, fizice și tehnologice. Se ține seamă de condițiile de turnare (în forme de amestecuri sau în forme metalice). Se arată variația proprietăților în funcție de tratamentul termic.

În cazul fontelor aliate se analizează multilateral influența elementelor de aliere, precum și a temperaturii de exploatare. Sînt indicate domeniile de folosire a aliajelor, standardele privind adaosurile de prelucrare și abaterile dimensionale.

În cazul aliajelor neferoase sînt prezentate pe larg cele pe bază de aluminiu pentru pistoane, rolul elementelor de aliere (Si, Cu, Mg) al tratamentului termic, precum și rezistența la coroziune.

Partea a II-a a lucrării cuprinde date privind modul de execuție a formelor din amestecuri și, mai ales, a formelor metalice pentru principalele procedee de turnare (gravitațională și la presiune joasă sau înaltă). De asemenea conțin referiri la turnarea centrifugă, turnarea pieselor bimetalice și turnarea de precizie.

Celelalte patru părți ale lucrării conțin numeroase indicații cu privire la modelărie, defecte de turnare, încercări mecanice și precizia dimensională a pieselor turnate.

Îndreptarul este bazat pe date concrete și este util inginerilor care lucrează în domeniul pregătirii producției și al exploatării. De asemenea este util studenților de la specialitatea turnătorie (Facultatea de metalurgie), pentru elaborarea proiectelor de an și de diplomă.

Prof. dr. ing. L. Sofroni

Institutul de proiectări pentru laminoare — „IPROLAM" — participant activ la progresul metalurgiei românești

Ing. V. Gâdea și ing. V. Manoliu
Institutul de proiectări pentru laminoare — București

CZ 621.771.06:62.001.13 (498)

Printre factorii care caracterizau înapoierea țării noastre în perioada antebelică, denumită de regimul burghezo-moșieresc „țară eminamente agricolă" se enumără și producția de laminate.

În ajunul celui de-al doilea război mondial în anul 1938, anul de vîrf al dezvoltării industriale burgheze, producția de laminate finite pline de-abia a atins 318 mii t și 0,6 mii t țevi de oțel.

După actul de naționalizare a tuturor mijloacelor de producție, din iunie 1948, în dezvoltarea producției de laminate se disting două etape principale:

— o primă etapă, pînă în anul 1959, în care dezvoltarea producției de laminate s-a făcut pe baza unei organizări mai bune a activității laminoarelor existente, printr-o mai justă corelare a producției diferitelor secții, prin eliminarea parțială a locurilor de gîtuire, precum și prin inițierea proiectării și construcției unor laminoare în țară;

— o a doua etapă, începînd cu anul 1959, în care creșterea necesarului de laminate, determinată de dezvoltarea planificată a economiei naționale, pe linia hotărîrilor congreselor partidului, a pus probleme deosebit de complexe pentru dezvoltarea producției de laminate și de țevi.

Tehnologiile și capacitățile de producție existente nu puteau asigura volumele, sortimentele și calitatea produselor cerute de ritmul de dezvoltare a economiei. Pentru rezolvarea acestor sarcini s-a impus înființarea unui institut republican specializat care să contribuie prin preluarea exhaustivă a proiectării istalațiilor siderurgice de laminoare și trăgătorii.

Institutul de proiectări pentru laminoare —IPROLAM — a luat ființă la data de 1 iulie 1959, dezvoltîndu-se în jurul nucleului de proiectări al Uzinei de țevi „Republica", prin atașarea unui grup de lucrători de la Institutul de proiectări de uzine și instalații metalurgice — IPROMET.

Potrivit obiectivelor și sarcinilor dezvoltării economiei naționale stabilite succesiv de conducerea de partid și de stat se apreciază că, dezvoltarea și modernizarea producției de laminate de țevi și produse neferoase din R. S. România între anii 1959 și 1972 constituie dovada cea mai elocventă a muncii pline de entuziasm și dăruire depuse de colectivul de proiectanți de la IPROLAM în anii care au trecut de la înființarea institutului.

În graficul din figura 1 se redă dinamica producției de laminate finite pline și a producției de țevi din perioada 1960—1971, perioadă în care producția de laminate finite pline a crescut de la 1 254 000 la 4 763 000 t, iar producția de țevi, de la 338 000 la 823 000 t.

Tot în graficul din figura 1 se redă comparativ dinamica orelor medii de proiectare consumate în intervalul 1960—1971, din care se desprinde că în timp ce producția totală de laminate și țevi crește de 3,6 ori, volumul de ore medii de proiectare a investițiilor, care a dus la această mărire a producției, a crescut de 3,0 ori.

Pentru satisfacerea necesităților de consum și reducerea importului de produse neferoase, prin proiectele elaborate de IPROLAM, comparativ cu anul 1971, s-au realizat în 1972 produse extrudate trase din aluminiu în procent de 147% și produse extrudate trase din cupru și aliaje de cupru în procent de 181%, iar pentru anul 1973 sînt prevăzute realizări în procent de 520 % și respectiv 240 %.

În această perioadă de importanță vitală pentru dezvoltarea bazei materiale a producției de laminate și țevi din oțel și metale neferoase IPROLAM a urmărit în principal ca programe de lucru următoarele linii directoare:

— realizarea corelată a creșterii capacităților de laminare cu dezvoltarea sectoarelor primare din siderurgie, cu puneri în funcțiune etapizate;

— asigurarea în cadrul noilor capacități a unui nivel tehnic competitiv nivelului tehnic mondial;

— adoptarea de noi tehnologii atît pentru realizarea de noi tipuri de produse (laminate plate, țevi sudate, profile îndoite), cît și pentru diversificarea tipodimensiunilor din nomenclatorul existent (laminate din oțeluri aliate);

— dezvoltarea de noi familii de produse laminate și trase: produse din aluminiu și aliaje de aluminiu;

— sporirea capacităților pentru laminatele din oțeluri de calitate atît prin reconstrucția unor laminoare existente, cît și prin proiectarea de noi unități specializate în laminate din oțeluri aliate.

Pentru realizarea sporului producției de laminate prevăzut prin Directivele Congreselor al IX-lea și al X-lea al P.C.R. și prin Conferința Națională a P.C.R. din iulie 1972, s-au prevăzut succesiv programe ample de inves-

tiţii pentru sectoarele de laminoare din industria siderurgică, programe care să permită atingerea, în anul 1975, a unei producţii de laminate de 7,2 — 7,5 mil. t şi de 1,0—1,1 mil. t ţevi.

Participarea IPROLAM la aceste programe de dezvoltare se poate aprecia din figura 2, care reprezintă dinamica indicatorilor: valori totale de documentaţii pentru investiţii echivalente proiectate, din care valori de documentaţii pentru investiţii construcţii, instalaţii şi montaj şi volumul de ore medii consumate pe total activitate de proiectare, în perioada 1961—1972 şi prevederi 1973, comparativ cu anul de referinţă 1960.

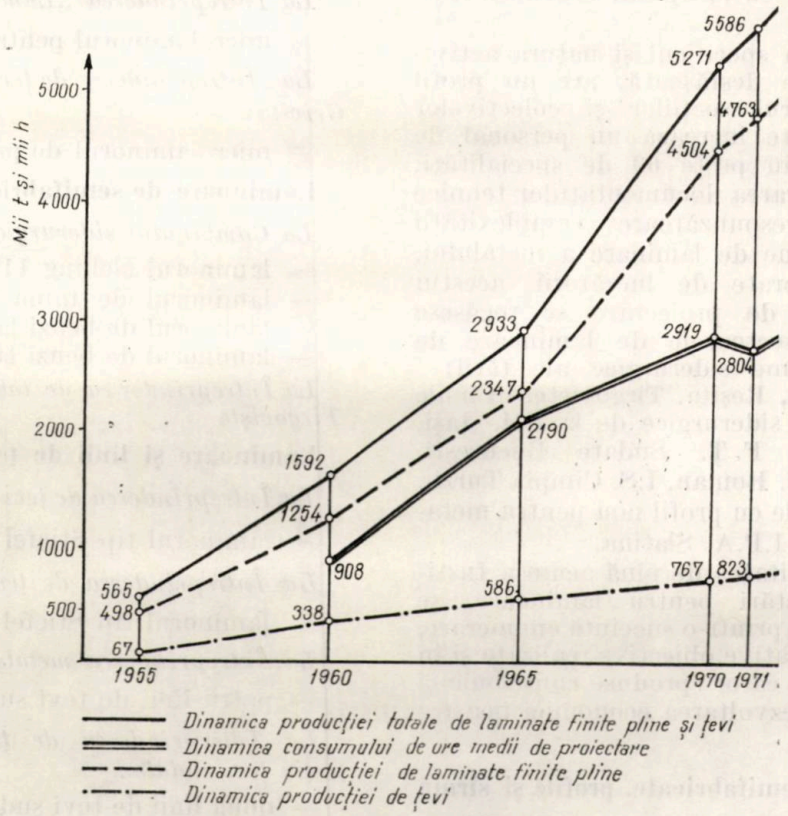


Fig. 1. Dinamica producţiei de laminate finite pline şi a producţiei de ţevi pe perioada 1960—1972.

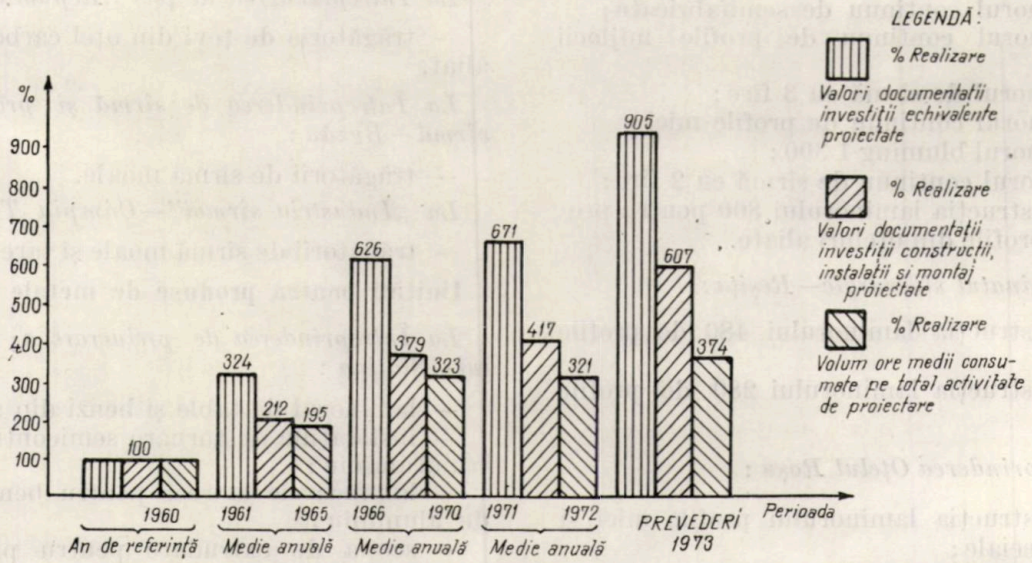


Fig. 2. Dinamica unor indicatori medii anuali pe perioada 1960—1972 şi prevederi pe 1973 în realizări procentuale.

În același grafic se prezintă comparativ și evoluția volumului de ore medii consumate pe total activitate de proiectare, fapt ce materializează creșterea productivității muncii de proiectare ca rezultat al maturizării colectivelor de lucrători, a permanentei ridicări a nivelului de cunoștințe profesionale și a măsurilor tehnico-organizatorice luate succesiv de conducerea institutului, sub îndrumarea organelor de partid și cu sprijiniul organelor sindicale.

IPROLAM, prin specificul și natura activităților pe care le desfășoară, are un profil complex. În cadrul secțiilor și colectivelor sale de specialitate lucrează un personal de înaltă calificare, în peste 60 de specialități, care asigură elaborarea documentațiilor tehnice și economice corespunzătoare complexității tehnologiei moderne de laminare a metalului.

Proiectele elaborate de lucrătorii acestui puternic colectiv de proiectare se regăsesc materializate în sectoarele de laminoare de pe marile platforme siderurgice ale țării: Galați, Hunedoara, Reșița, Tîrgoviște, în noile unități de produse siderurgice de la Î.M. Iași, Î. S. P. S. Buzău, F. Ț. Sudate București, Î.Ț. Republica, Î.Ț. Roman, I.S. Cîmpia Turzii, precum și în uzinele cu profil nou pentru metalurgia românească I.P.A. Slatina.

Prezentînd activitatea de pînă acum a Institutului de proiectări pentru laminoare, se cuvine să se releve, printr-o succintă enumerare, cele mai reprezentative obiective realizate și în curs de realizare a căror produse contribuie și vor contribui la dezvoltarea economiei noastre naționale.

Laminoare de semifabricate, profile și sîrmă

La Combinatul siderurgic—Hunedoarea :

— laminorul bluming 1 000;
— laminorul continuu de semifabricate;
— laminorul continuu de profile mijlocii și benzi;
— laminorul de sîrmă cu 3 fire;
— laminorul continuu de profile mici;
— laminorul bluming 1 300;
— liminorul continuu de sîrmă cu 2 fire;
— reconstrucția laminorului 800 pentru producția de profile din oțeluri aliate.

La Combinatul siderurgic—Reșița:

— reconstrucția laminorului 480 de profile mijlocii;
— reconstrucția laminorului 280 de profile mici;

La Întreprinderea Oțelul Roșu :

— reconstrucția laminorului profile mici și secțiuni speciale;
— laminorul de profile mijlocii.

La „Industria sîrmei" — Cîmpia Turzii:

— reconstrucția laminorului de sîrmă;
— microlaminoarele pentru profile speciale de serie mică.

La Întreprinderea de oțeluri aliate—Tîrgoviște:

— laminorul degresor și de semifabricate pentru oțeluri aliate;
— laminorul de profile mijlocii și mici.

La Întreprinderea „Laminorul"—Brăila :

— microlaminorul pentru profile speciale.

La Întreprinderea de țevi „Republica", secția Griviția:

— microlaminorul de profile speciale.

Laminoare de semifabricate și produse plate

La Combinatul siderurgic—Galați :

— laminorul slebing 1150;
— laminorul de tablă groasă 3300 mm;
— laminorul de benzi la cald 1700 mm;
— laminorul de benzi la rece.

La Întreprinder ea de tablă aliată și specială—Tîrgoviște.

Laminoare și linii de țevi sudate

La Întreprinderea de țevi — Roman:

— laminorul tip Stiefel de 6".

La Întreprinderea de țevi „Republica":

— laminorul tip Stiefel de 6".

La Întreprinderea metalurgică—Iași :

— patru linii de țevi sudate pe generatoare.

La Întreprinderea de țevi „Republica", secția țevi sudate :

— două linii de țevi sudate în spirală.

Trăgătorii de țevi și sîrmă

La Întreprinderea de țevi „Republica":

— trăgătoria de țevi din oțel carbon și înalt aliat.

La Întreprinderea de sîrmă și produse din sîrmă—Buzău :

— trăgătorii de sîrmă moale.

La „Industria sîrmei"—Câmpia Turzii :

— trăgătorii de sîrmă moale și tare.

Unități pentru produse de metale neferoase

La Întreprinderea de prelucrare a aluminiului—Slatina :

— laminorul de table și benzi din aluminiu;
— instalațiile de turnare semicontinuă, pentru aluminiu;
— laminoarele la rece pentru benzi și folii de aluminiu;
— secția de extrudare pentru profile din aluminiu.

La Uzina „Metrom" — Brașov :
— laminorul de tablă din cupru sau bimetal ;
— laminoarele la rece pentru benzi din cupru .

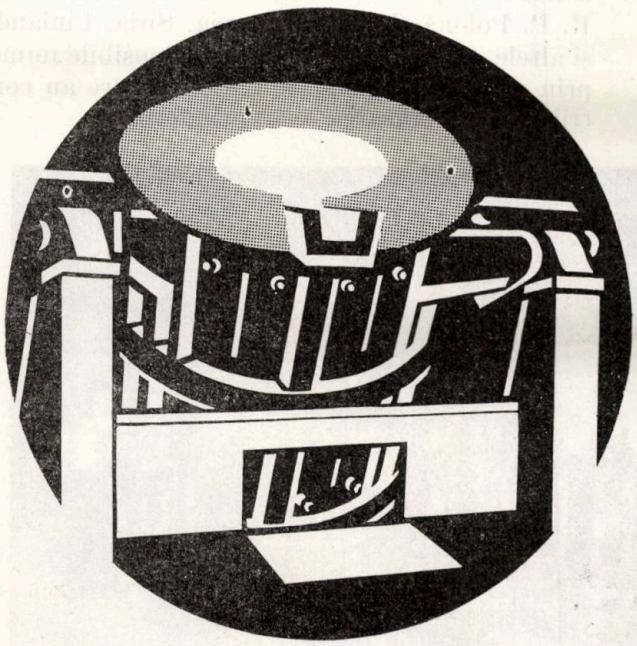
O preocupare deosebită în cadrul acestei activități complexe de proiectare , în anii care au trecut de la înființarea institutului, a constituit-o și creșterea continuă a cantității și a complexității utilajelor de concepție proprie. Procentele de mai jos, care indică dinamica creșterii tonajului de utilaje proiectate de IPROLAM, ilustrează această preocupare a proiectanților institutului, care au răspuns în felul acesta și la sarcina privind reducerea maximă a importurilor la realizarea noilor obiective.

Utilaje proiectate de IPROLAM:

Perioada	1961—1965	1966—1970	1971—1975
%	100	360	890

În vederea realizării cincinalului înainte de termen, colectivele de proiectanți de utilaje au suplimentat angajamentele, prevăzînd a proiecta în anul 1973 utilaje în procent de 200%, comparativ cu tonajul utilajelor proiectate în întregul cincinal 1961—1965.

Încă din primii ani de la înființare IPROLAM s-a preocupat și de exportul de proiecte și servicii inginerești. Prima realizare în acest domeniu a constituit-o livrarea laminorului de țevi fără sudură de 6" în R.P.D. Coreeană, pus în funcțiune în anul 1965 și a cărui proiecte au fost elaborate în întregime în IPROLAM. În următorii ani s-au întocmit proiecte de utilaje de laminoare și proiecte de fundații de laminoare pentru firme din R.F. Germania, s-a proiectat construcția unui laminor de țevi din Israel, iar în anul 1972 s-a pus în funcțiune în R.D. Germană un cuptor adînc pentru încălzirea lingourilor, furnizat de R.S. România pe baza documentației tehnice elaborate de IPROLAM.



topirea prin inducție este economică

Pentru sarja care trebuie topită produce ea singură căldura, îngăduind prin aceasta o foarte bună utilizare a energiei. Agitarea intensă a băii de metal topit prin fortele electrodinamice garantează o deplină omogenizare a topiturii, o rapidă dispersare a elementelor de aliere, precum si evitarea supraîncălzirilor locale.
Durata scurtă a întreruperilor prin folosirea creuzetelor de schimb, acuratetea exploatării sectiei de topire, precum și costuri scăzute de exploatare si întretinere constituie alte calități pozitive pentru ridicata economicitate a cuptoarelor cu creuzet LEW, de topire cu inductie la frecventa retelei, folosite pentru metale ușoare, metale neferoase, fontă si otel.
Informati—vă amănuntit asupra seriei de tipuri de cuptoare cu inductie fabricate de LEW.

DEWAG Berlin — Lungwitz

LEW
Producător
Kombinat VEB Lokomotivbau-Elektrotechnische Werke „Hans Beimler"
DDR — 1422 Hennigsdorf

EXPORTATOR :
Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Informații se obțin de la
Biroul tehnic-comercial al Întreprinderii de comert exterior
ELEKTROTECHNIK
Ambasada R.D.G. în R.S.România
Calea Dorobanților 14, București

PUBLICOM

Contribuția „IPROLAM" la realizarea Întreprinderii metalurgice—Iași

Ing. Viorica Fokt și ing. I.I. Radu
Institutul de proiectări pentru laminoare—București

CZ 669.1.013.5: 62.001.13 (498)

Construită în întregime în anii puterii populare — vlăstar tînăr al metalurgiei românești — Întreprinderea metalurgică—Iași va deveni în curînd una din cele mai mari întreprinderi producătoare din țară de țevi sudate și profile formate la rece din bandă.

Intrată în funcțiune în anul 1963 cu trei linii de țevi sudate longitudinal de 2 ; 3 și 4", Întreprinderea metalurgică — Iași produce în prezent o gamă largă de țevi sudate :

— țevi pentru instalații de la 3/8—4", negre sau zincate ;

— țevi pentru construcții cu diametrul exterior de 8—114 mm ;

— țevi de precizie, trase sau prelucrate la rece, cu diametrul exterior de 8—60 mm ;

— țevi profilate pătrate, dreptunghiulare, ovale etc. ;

— tuburi de protecție PEL, etanșe și lăcuite, pentru conductoare electrice.

În anul 1966 au intrat în funcțiune — pentru prima dată în țară — două linii continue de mare capacitate pentru producerea profilelor formate la rece din bandă. Acestora li s-au alăturat în 1972 încă două linii de profile formate la rece, în prezent uzina realizînd o largă gamă sortimentală de profile din bandă laminată la cald sau la rece, de la cele mai simple forme profil U, profil cornier, profil Z, profil T, pînă la profile de forme complicate pentru tîmplărie metalică, cu lățimi desfășurate de la 50—500 mm și grosimi de la 1—5 mm.

Prin capacitățile noi care se vor instala în anii 1974—1975, Întreprinderea metalurgică—Iași va produce de circa 4 ori mai multe țevi sudate longitudinal; gama sortimentală se va lărgi pentru țevi pînă la diametre de 8", iar pentru profile pînă la lățimi desfășurate de 800 mm și în același timp cu destinații speciale, pentru electrofiltrele de desprăfuire și pentru autocamioanele Roman. Produsele acestei întreprinderi sînt utilizate în prezent cu tot mai multă încredere atît în țară, cît și pe piața internațională, unde s-au făcut cunoscute de mai mulți ani; astfel se exportă țevi sudate în R. P. Chineză, R. P. Polonă, R. F. Germania, Siria, Finlanda și altele. Aceste rezultate au fost posibile numai prin eforturile conjugate ale celor care au contribuit la realizarea întreprinderii.

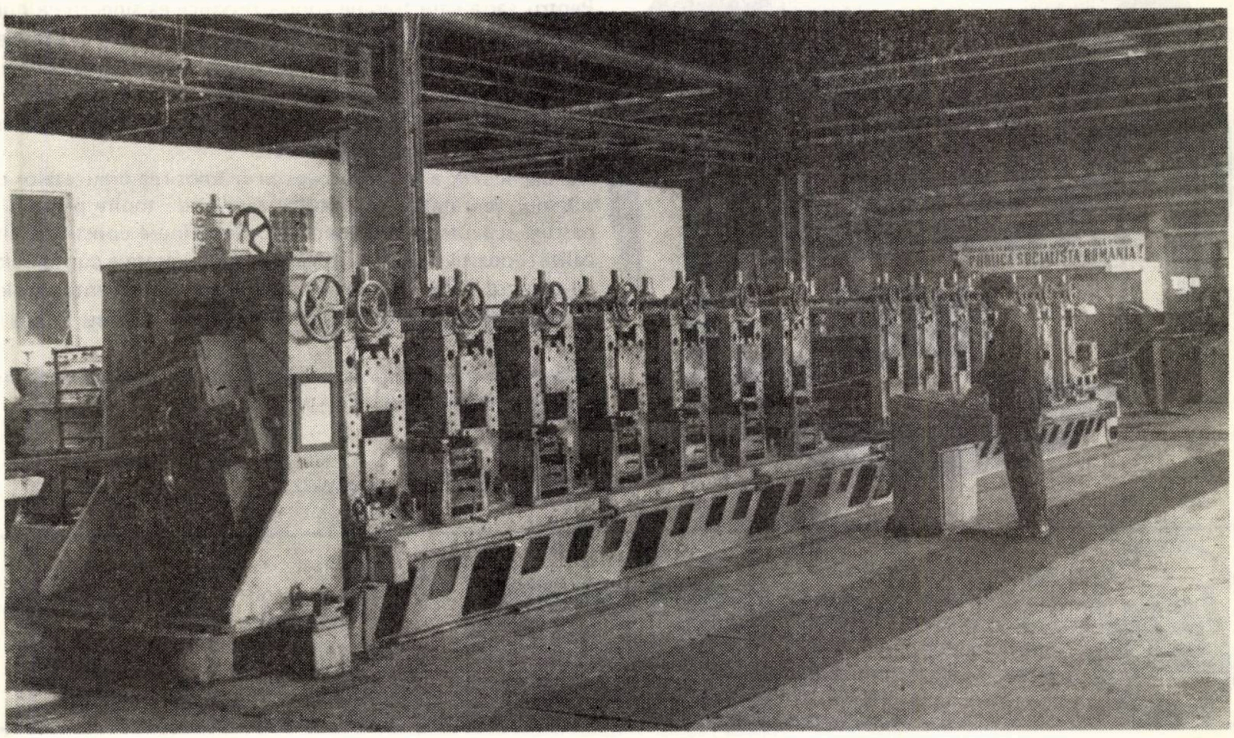


Fig. 1. Linia de profile formate la rece 500×5

O contribuție importantă au adus-o, pe parcursul celor 11 ani, proiectanții Institutului de proiectări pentru laminoare, care au elaborat proiectele pentru acest obiectiv.

Întreaga concepție de execuție a amplasamentelor în suprafață disponibilă, cît și organizarea cît mai rațională a fluxurilor tehnologice, a condus la realizarea uzinei cu un volum minim de investiții.

Ceea ce merită în mod deosebit subliniat în munca proiectanților de la IPROLAM este străduința depusă pentru realizarea unor utilaje și linii tehnologice de concepție proprie, ceea ce a condus la reducerea substanțială a importurilor. Mergînd pe această linie, proiectanții IPROLAM au elaborat — pentru prima dată în țară și fără documentație sau licențe de la furnizori externi — linii de fișiere a benzii și linii de profile formate la rece. Liniile de fișiere a benzii, care permit obținerea din benzi late pînă la 1 200 mm — prin fișiere longitudinală — a benzilor de lățimi diferite, corespunzătoare programului de fabricație, au fost concepute astfel încît să poată fi executate integral cu materiale și aparataje fabricate în R.S. România. Rezultatele bune obținute pe liniile care sînt în funcțiune au determinat executarea, în continuare, a altor linii similare, necesare pentru viitoarele extinderi ale Întreprinderii metalurgice—Iași sau ale altor întreprinderi din țară, consumatoare de astfel de benzi.

Liniile de profile formate la rece proiectate de IPROLAM — în primă etapă o linie de 250 × × 3 mm și o linie de 500 × 5 mm — prin utilajele și sculele de laminare au permis profilarea, pentru prima dată în țară, a acestor profile pe linii continue, cu utilaje de concepție și execuție românească.

Ca urmare a experienței căpătate prin funcționarea primelor linii de profile formate la rece, proiectanții au îmbunătățit concepția liniilor proiectate ulterior, dotîndu-le cu utilaje care să permită creșterea vitezei de profilare, precum și a deformării unor oțeluri, cu rezistențe admisibile mai ridicate.

Prin colaborarea cu proiectanții întreprinderii s-a proiectat o linie de profile în lățimi pînă la 750 mm, care va intra în funcțiune în anul 1974 și care va servi în principal la obținerea profilului pentru electrodul de depunere de la electrofiltrele de desprăfuire. Astfel de linii se proiectează și execută în prezent în Europa numai de 3 firme.

De asemenea în cadrul IPROLAM s-au elaborat proiectele de utilaje — concepție românească — pentru instalațiile de decapare - zincare a țevilor și mufelor, instalații care funcționează în cadrul Întreprinderii metalurgice—Iași cu bune rezultate.

O contribuție importantă au adus-o proiectanții IPROLAM prin asistența tehnică acordată constructorului și beneficiarului pe parcursul construcției întreprinderii și a punerilor în funcțiune.

Prin operativitatea de gîndire și promptitudinea adaptării soluțiilor din proiect unor situații neprevăzute, prin îndrumarea în problemele dificile ale însușirii unei meserii noi pentru un personal necalificat în acest domeniu, proiectanții IPROLAM au contribuit la intrarea în termen a capacităților și a atingerii parametrilor proiectați.

Pe aceeași linie a îmbunătățirii calității proiectelor și a reducerii volumului importului de utilaje, precum și a asigurării în timp util cu proiecte a șantierului, proiectanții IPROLAM lucrează în prezent la elaborarea proiectelor pentru extinderea Întreprinderii metalurgice—Iași, pentru asigurarea intrării în termen și în bune condițiuni a noilor capacități.

Proiectarea de utilaje tehnologice în Institutul de proiectări pentru laminoare—„IPROLAM"

Ing. Cr. Rădulescu și ing. I.I. Radu
Institutul de proiectări pentru laminoare — București

CZ 658.2 :62.001.13 (498)

Dezvoltarea impetuoasă a economiei naționale se manifestă intens și în domeniul laminoarelor, fapt pentru care sînt necesare utilaje din ce în ce mai multe și mai complexe.

Participarea IPROLAM la asigurarea utilajelor tehnologice s-a concretizat pe de o parte prin întocmirea de proiecte, concepție proprie, pe de altă parte prin adaptarea de documentații contractate cu firme străine de specialitate, în vederea uzinării în țară a unor cote cît mai ridicate de utilaje.

În primii ani, 1959—1965, s-au întocmit proiecte de utilaje, în principal pentru utilaje de completare, unele mecanizări și modernizări, părți de utilaje pe liste separatoare, în general, părți simple, dar și unele utilaje de concepție proprie. Proporția de utilaje din țară era de 25—35%, din care utilajele tehnologice de concepție proprie erau mai puțin de jumătate.

Printre realizările cele mai semnificative se pot cita : laminorul de țevi 6" pentru R. P. D. Coreeană, liniile pentru profile îndoite de la Î.M. Iași, reconstrucția laminorului 800 de la C. S. Hunedoara, modernizarea laminoarelor 480 și 250 de la C.S. Reșița etc., ca și participările IPROLAM la construcția laminoarelor de tablă groasă de la C. S. Galați și a laminoarelor de semifabricate, de profile și de sîrmă de la C.S. Hunedoara.

În perioada 1966—1970 cota de utilaje tehnologice realizate în țară a crescut la 35—45% din volumul instalat dar importul a rămas încă foarte ridicat.

S-a continuat dezvoltarea laminoarelor de la C.S.H., modernizarea laminorului de sîrmă de la Brăila, s-a proiectat laminorul de țevi 6" pentru Î.Ț. Republica.

Totodată IPROLAM a avut o contribuție importantă pentru realizarea laminoarelor Slebing, LBC și SBR de la C.S. Galați, a laminorului Bluming de la C.S. Hunedoara și a laminorului de sîrmă de la I.S.C.T.

În ultimii ani însă, ca urmare a orientării date de partid, a maturizării colectivelor de proiectanți, ca și a creșterii potențialului tehnic în industria construcțiilor de mașini și a măririi posibilităților de uzinare, proiectarea de utilaje în IPROLAM s-a schimbat radical și a căpătat un alt caracter, a crescut volumul de utilaje proiectate în țară, a crescut mult proporția față de utilajele cu documentație din exterior. S-a ajuns astfel ca proporția de utilaj din țară, inclusiv utilajul standardizat — pompe, ventilatoare etc. — să fie de circa 65—70%.

Pentru mărirea valorii utilajelor uzinate în țară pe bază de proiecte proprii s-au întocmit în anii 1969—1970 mai multe proiecte tehnice pentru o serie de utilaje noi, de complexitate ridicată, care se realizau pentru prima dată în țară, printre care cinci linii de tăiere pentru benzi, trei linii de tratament pentru sîrmă, un laminor la cald pentru tablă și benzi din aluminiu etc., utilaje aflate în prezent în curs de uzinare sau montaj.

Numărul de proiectanți cu care s-au realizat aceste proiecte a crescut în perioada 1966—1973 numai cu 10—15%, variația volumului de ore afectate proiectării de utilaje de la un an la altul fiind datorată în special utilizării diferite a capacității existente, în funcție de structura de plan (STE, PT, Montaje, AT etc.), precum și diferitelor reorganizări. În același timp, cantitatea de proiecte proprii de utilaje tehnologice a crescut de peste două ori.

Printre proiectele de utilaje tehnologice mai remarcabile din ultimii ani, întocmite de IPROLAM, se pot cita :

— Laminorul de 6" pentru țevi fără sudură, pentru Î.Ț. Roman ;

— Laminorul la cald pentru table și benzi, pentru Î.P.A. Slatina ;

— Laminorul pentru sîrmă, cu 2 fire, pentru Î.S.P.S. Buzău ;

— Laminorul de sîrmă, cu 2 fire, pentru C.S. Hunedoara ;

— Liniile de tăiere în table și în fîșii, pentru C.S. Galați, —Laminor de benzi la cald, 2 buc. ;

— Liniile de tăiere transversală pentru benzi laminate la rece, de la C.S. Galați—Secția de benzi la rece, 2 buc.

— Liniile de tăiere în fîșii, pentru benzi laminate la rece, de la C.S. Galați—Secția de benzi la rece, 2 buc. ;

— Utilajele ajustajului pentru table groase inoxidabile de la C.S. Galați—Laminor tablă groasă ;

— Laminorul de profile și bandă, de la Î. Oțelul Roșu ;

— Laminorul de profile speciale, de la Î. Oțelul Roșu ;

— Utilaje pentru ajustajele laminoarelor de țevi — mașini de probat țevi, mașini de îndreptat, pentru Î.Ț. „Republica" și Î.Ț. Roman;

— Utilaje pentru Secțiile de trăgătorii, linii de fabricație-patentare, zincare etc., de la I.S.C.T. și Î.S.P.S. Buzău.

Programul anilor viitori indică necesitatea de noi utilaje de laminoare cu performanțe ridicate, pentru obiectivele prevăzute în planul de dezvoltare al siderurgiei române. În anii 1974—1976 trebuie proiectate utilajele pentru: laminorul degrosisor pentru C.S. Reșița; laminorul de semifabricate pentru C.S. Hunedoara; laminorul de profile mijlocii (nr. 2) de la I.O.A.T.; laminorul Stossbank de la Î.Ț. Roman. Totodată se vor proiecta utilajele pentru dezvoltarea capacităților existente, se vor utila ajustajele și se vor construi linii de prelucrare avansată a laminatelor, ca linii de acoperire a benzilor, linii de profilare, linii de acoperire a sîrmei etc.

Pentru cincinalul viitor se fac pregătiri în vederea realizării în țară, la nivel tehnic cît mai ridicat și în proporție cît mai mare, a noilor laminoare necesare pentru prelucrarea oțelului și aluminiului. Astfel, se preconizează ca utilajele tehnologice pentru laminoare să se uzineze aproape integral în țară, cu excepția unor unicate speciale, în uzinele din cadrul Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini Grele și în unitățile proprii Ministerului Industriei Metalurgice, ceea ce înseamnă peste 150 000 t de utilaje.

Între obiectivele prevăzute se numără laminoare de profile grele și mijlocii, laminoare de sîrmă, laminoare continue de benzi, laminoare de tablă groasă, laminoare la cald și la rece pentru benzi pentru aluminiu, laminoare pentru benzi din oțel etc.

Realizarea unui plan atît de vast și de complex impune măsuri de organizare internă în IPROLAM, pregătirea de condiții de lucru, pregătirea de cadre tehnice. Totodată trebuie rezolvate și problemele cu caracter general și care ies din cadrul IPROLAM, printre care:

— documentare largă, în locuri cu tehnică a laminoarelor foarte ridicată, asigurarea de colaborări și documentații asupra celor mai noi realizări;

— colaborare strînsă cu beneficiarii pentru adoptarea soluțiilor constructive pentru utilaje cît mai potrivite, mai eficiente și mai economice, corespunzătoare tehnologiilor ce se vor folosi;

— colaborare cu uzinele executante, care să realizeze utilajele în regim de furnizor general, să execute premontaje și probe înainte de expedierea la beneficiar și să participe la montaj și punerea în funcțiune;

— asigurarea din țară a unor părți componente a utilajelor și materiale speciale, care încă se importă în cantități mari, ca: aparataj hidraulic, echipament electric în curent continuu, garnituri de etanșare, electromagneți, materiale sintetice (teflon, meligamid, poliuretan etc.);

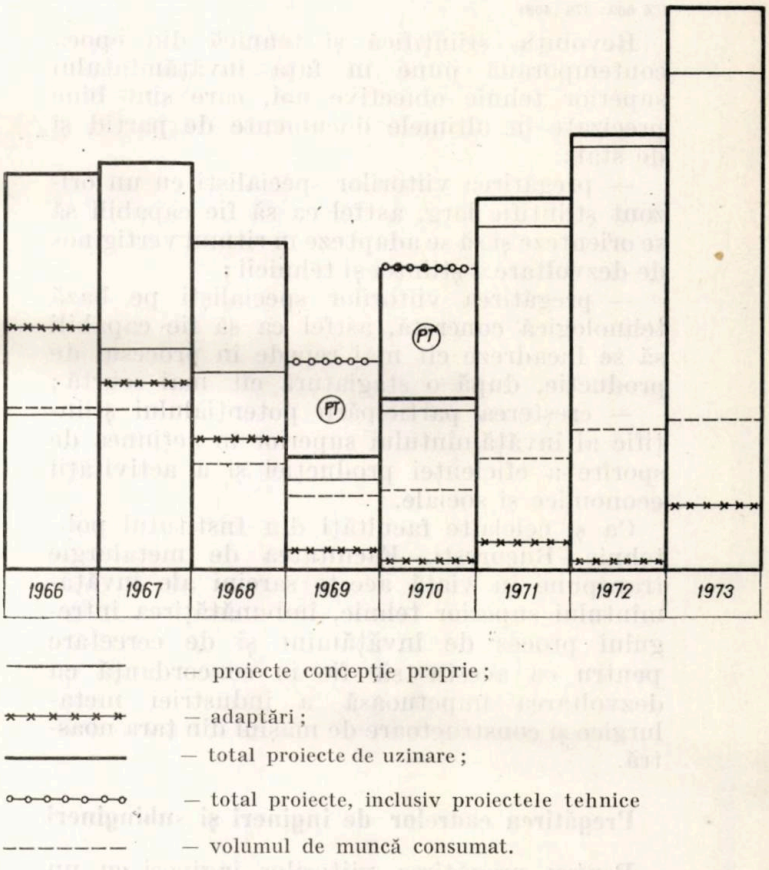


Fig. 1. Evoluția proiectării de utilaje IPROLAM:

— crearea cadrului legal pentru proiectarea în avans, cu decalajul corespunzător ciclurilor de proiectare, a utilajelor tehnologice pentru noile obiective, aceste proiecte urmînd a fi folosite și ca bază tehnică a evaluărilor din STE.

Pe baza analizei rezultatelor obținute pînă în prezent se poate aprecia că există premise pentru a privi cu încredere viitorul proiectării de utilaje tehnologice de laminoare în IPROLAM, corespunzător sarcinilor ce vor rezulta din planurile de dezvoltare a metalurgiei românești.

Contribuția Facultății de metalurgie la progresul industriei metalurgice și constructoare de mașini

Prof. dr. doc. ing. Fl. Oprea
Institutul politehnic — București

CZ 669: 378 (498)

Revoluția științifică și tehnică din epoca contemporană pune în fața învățămîntului superior tehnic obiective noi, care sînt bine precizate în ultimele documente de partid și de stat:

— pregătirea viitorilor specialiști cu un orizont științific larg, astfel ca să fie capabili să se orienteze și să se adapteze în ritmul vertiginos de dezvoltare a științei și tehnicii;

— pregătirea viitorilor specialiști pe bază tehnologică concretă, astfel ca să fie capabili să se încadreze cît mai repede în procesul de producție, după o stagiatură cît mai scurtă;

— creșterea participării potențialului științific al învățămîntului superior în acțiunea de sporire a eficienței producției și a activității economice și sociale.

Ca și celelalte facultăți din Institutul politehnic—București, Facultatea de metalurgie transpune în viață aceste sarcini ale învățămîntului superior tehnic, îmbunătățirea întregului proces de învățămînt și de cercetare pentru ca acesta să fie în concordanță cu dezvoltarea impetuoasă a industriei metalurgice și constructoare de mașini din țara noastră.

Pregătirea cadrelor de ingineri și subingineri

Pentru pregătirea viitorilor ingineri cu un orizont larg, care să le permită să înțeleagă sensul în care evoluează știința și tehnica contemporană, dar în același timp să le asigure o pregătire tehnologică bine conturată, începînd cu anul 1962—1963, Facultatea de metalungie a trecut la profilul cu patru secții și anume:

— anii I—III — pregătire tehnică și științifică generală (cursuri comune);

— anii IV și V — pregătire tehnică, științifică și economică pe secții:

— elaborarea fontei și oțelului (E.F.O.);

— turnătorie de fontă, oțel și metale neferoase (T);

— deformări plastice și tratamente termice (D.P.T.T.);

— metalurgia metalelor neferoase, elaborarea aliajelor neferoase, materiale semiconductoare și metalurgie nucleară.

Deși pe parcursul ultimilor zece ani profilul facultății nu s-a schimbat, conținutul pregătirii prin cursuri și lucrări practice s-a îmbunătățit continuu, pentru a ține pasul atît cu dezvoltarea științei și tehnicii mondiale, cît mai ales cu progresul social-politic și tehnic din țara noastră. Astfel, prin cursuri și semniarii de științe sociale (filozofie, economie politică, socialism științific, politica Partidului Comunist Român, psihologia muncii etc.) și prin activitatea educativă din școală se asigură formarea inginerului-cetățean. În ceea ce privește instruirea tehnico-științifică, s-au modernizat cursurile de bază, restructurîndu-se ca formă, pondere și conținut în pas cu dezvoltrea științei, tehnicii și industriei și s-au introdus cursuri care să pregătească studenții pentru lucrul în noile condiții din uzine, din institutele de cercetare sau proiectare ca, de exemplu: electronică industrială, automatizări, calculatoare și optimizări, metalurgia metalelor radioactive, metalurgia semiconductorilor, metalurgia pulberilor, metale de înaltă puritate, metalurgia feroaliajelor, bazele cercetării experimentale, tehnica reacțiilor din metalurgie, echilibrele chimice în topituri etc.

Prin această pregătire Facultatea de metalurgie din Institutul politehnic—București a reușit să asigure producția, cercetarea și proiectarea cu cadrele inginerești necesare tuturor ramurilor siderurgiei, metalurgiei metalelor neferoase, construcțiilor de mașini și sectoarelor cu caracter metalurgic din celelalte industrii (construcție, minieră, transporturi, energetică, electrotehnică, telecomunicații, chimie, industrie ușoară, industrie locală etc.).

Astfel, în etapa actuală, absolvenții Facultății de metalurgie (peste 2 000) din Politehnica din București lucrează pe tot cuprinsul țării, de la Satu Mare la Constanța și de la Reșița la Suceava. Acest lucru reiese și din repartizarea celor 923 absolvenți din perioada 1965—1970: Ministerul Industrei Construcțiilor de Mașini — 463 absolvenți (50 %); Ministerul Industrei Metalurgice—315 absolvenți (29%); alte ministere și instituții—145 absolvenți (21%).

Avînd în vedere necesarul mare de cadre cu pregătire superioară pentru conducerea proceselor tehnologice din sectoarele metalurgice, din anul universitar 1968—69 la Facultatea de metalurgie a început să funcționeze și învățămîntul de subingineri. În perioada actuală acest învățămînt se desfășoară la Facultatea de metalurgie (cursuri de zi) și pe marile platforme industriale: Uzinele 23 August—București (subingineri cursuri serale) și Platforma industrială—Slatina (subingineri cursuri serale).

În cadrul I.P.B. Facultatea de metalurgie beneficiază și de existența catedrelor de specia-

litate de la celelalte facultăţi. Tradiţia şi nivelul ştiinţific şi tehnic al catedrelor de cultură tehnică generală (matematică, chimie, fizică, rezistenţa materialelor, electrotehnică, electronică, termotehnică etc.) ale I.P.B. sînt cunoscute şi au o contribuţie importantă la buna pregătire a viitorilor ingineri metalurgi. În decursul timpului cursurile de cultură tehnică generală au fost adoptate specificului acestei ramuri, ca şi lucrările practice care se execută în laboratoarele specializate pentru scopuri didactice ale acestor catedre.

Integrarea învăţămîntului superior metalurgic în cercetare şi producţie

În etapa actuală de dezvoltare a învăţămîntului tehnic superior, legarea învăţămîntului de cercetare şi producţie reprezintă principalul mijloc de pregătire multilaterală şi de calitate a viitorilor specialişti pentru economia naţională.

Legătura între învăţămînt, cercetare şi producţie are o tradiţie veche în Facultatea de metalurgie şi este într-o continuă dezvoltare. Această legătură s-a realizat şi se realizează în bune condiţii în mai multe moduri : folosirea unui corp didactic cu o bogată experienţă în cercetare, proiectare şi producţie ; participarea directă şi de amploare a cadrelor didactice şi a studenţilor la activitatea de cercetare în vederea rezolvării unor importante probleme pentru economia naţională ; înfiinţarea unor unităţi productive în cadrul facultăţii ; folosirea la maximum a puternicii baze industriale din Municipiul Bucureşti şi a celor din centrele industriale din apropiere, pentru instruirea studenţilor şi a cadrelor didactice ; folosirea, în acelaşi scop, a bazei materiale de la institutele de cercetări şi proiectări existente în Bucureşti ; participarea directă şi multilaterală a cadrelor didactice la îmbunătăţirea proceselor tehnologice din marile uzine (din Bucureşti şi din ţară) ; de asemenea, participarea bogată a cadrelor didactice la procesul de conducere a dezvoltării industriei metalurgice şi la procesul de perfecţionare a specialiştilor care activează în această industrie.

În etapa actuală la Facultatea de metalurgie integrarea se realizează prin următoarele activităţi efectuate de studenţi sub conducerea cadrelor didactice :

— activitatea de microproducţie din atelierele şcoală înfiinţate în facultate ;

— activitatea de cercetare, proiectare şi execuţie organizată în facultate ;

— activitatea productivă a studenţilor organizată în cele mai mari întreprinderi din capitală.

În anul universitar 1972—1973 circa 50% din studenţi (studenţii anilor I şi II mai ales) şi-au desfăşurat activitatea productivă în atelierele înfiinţate la facultate.

Această activitate productivă constă în fabricarea unor piese turnate, forjate sau aliaje necesare economiei naţionale. În anul şcolar 1972/73, valoarea microproducţiei se cifrează la 2 830 000 lei, ea fiind realizată pentru I.O.R., Uzinele Metalica — Bucureşti, Uzinele de fibre sintetice — Săvineşti etc. Această activitate de microproducţie urmăreşte crearea la studenţi a unor deprinderi practice în profesiune, realizarea dezideratului de însuşire a unei meserii de către aceştia, creşterea prestigiului meseriei şi a respectului faţă de muncă şi de realizatorii de bunuri materiale, precum şi a siguranţei în abordarea problemelor practice. În afară de aceasta, studentul vine în contact nemijlocit cu disciplina de plan, are posibilitatea să lucreze efectiv, să controleze calitatea produsului realizat şi să-şi creeze o imagine mai apropiată de realitate în legătură cu eficienţa economică a muncii depuse.

Activitatea de microproducţie prezintă în acelaşi timp şi o importanţă economică întrucît este legată de preluarea unor sarcini concrete de producţie.

Activitatea de proiectare-cercetare-prototipuri se desfăşoară în următoarele direcţii principale :

— proiectare şi execuţie în scop de autodotare ;

— proiectare-cercetare-execuţie pentru întreprinderi economice ;

— cercetare pentru teme ale catedrelor şi pentru teme care interesează mai ales uzinele din capitală.

Activitatea de proiectare pentru autodotare urmăreşte pregătirea studenţilor cu cunoştinţe la nivel de tehnician şi inginer în specialitate, îmbinată armonios cu realizarea unor aparate, instalaţii şi utilaje, cu caracter de prototip, pentru necesităţile procesului de învăţămînt şi cercetare.

Activitatea de cercetare a cadrelor didactice

Facultatea de metalurgie realizează în prezent un contact viu şi permanent cu producţia prin intermediul contractelor de cercetare. Caracteristice pentru activitatea de cercetare care se desfăşoară la facultate sînt următoarele :

— Cercetarea este condusă centralizat de Centrul de cercetări de metalurgie (C.C.M.) înfiinţat pe lîngă Facultatea de metalurgie.

— Volumul mare de cercetări, a căror valoare este în creştere (cca. 6 mil. lei în anul 1973).

— Contractele sînt încheiate cu cele mai mari uzine şi centrale, repartizate în principalele centre industriale din ţară, care aparţin M.I.M., M.I.C.M. şi altor ministere (de exemplu Uzina 23 August, Uzina Timpuri Noi, U.M.G. Bucureşti, C.S.H., C.S.G., U.O.R., C.S.R., Întreprinderea Victoria—Călan, C.M. Tîrgovişte, C.M. Baia Mare, Fabrica de aluminiu—Slatina, Întreprinderea de alumină—Oradea etc.).

— Cercetarea tehnico-ştiinţifică îmbrăţişează domenii foarte variate ale industriei noastre metalurgice: metalurgie extractivă feroasă şi neferoasă, turnătorie, tratamente termice, forjare şi laminare, semiconductori şi materiale metalice speciale, metalurgia pulberilor, automatizarea şi optimizarea proceselor din metalurgie.

— Tematica cercetărilor este axată pe cele mai importante probleme ale economiei naţionale, cuprinse în planul de stat prioritar, nominalizat sau nenominalizat. Aceste teze urmăresc reducerea consumului de cocs, de metal, reducerea substanţială a importului, folosirea raţională a materiilor prime, mărirea productivităţii muncii etc.

— Caracterul complex al cercetărilor, în sensul că la rezolvarea unor teze participă specialişti din domenii diferite, care activează la catedre diferite. În acest fel se asigură întotdeauna un nivel mai înalt al cercetărilor.

— Folosirea în comun pentru realizarea unor cercetări a unor laboratoare şi staţii pilot de la cele mai mari institute de cercetări din ţară în domeniul metalurgiei şi prelucrării la cald a metalelor, cum sînt cele de la ICEM, I.C.T.C.M. şi I.M.N.R., precum şi de la Uzinele „23 August" şi U.M.G.B. dotate cu aparatură modernă şi unică în ţară pentru anumite subdomenii (de exemplu agregatele de topire în vid, studiul aliajelor cu microsonda electronică, cuptoare speciale de tratament termic în medii neutre, metode moderne fizico-chimice de analiză a metalelor, staţii pilot de reducere directă a minereurilor etc.).

— Participarea la cercetare a specialiştilor-doctoranzi care lucrează la institutele din Bucureşti, precum şi din marile uzine, contribuie la sporirea substanţială a forţelor de cercetare şi la realizarea unui schimb permanent de experienţă între Facultatea de metalurgie şi producţie.

Pregătirea specialiştilor prin cursuri post universitare şi doctorat

La Facultatea de metalurgie sînt organizate şapte cicluri de cursuri pentru perfecţionarea pregătirii teoretice a inginerilor care lucrează în ramura metalurgică şi construcţiilor de maşini:

— Valorificarea combustibililor şi materiilor prime folosite în siderurgie (învăţămînt fără frecvenţă).

— Procedee moderne şi utilaje în prelucrarea la cald — reducerea consumului de metal în producţia de piese turnate (învăţămînt fără frecvenţă, învăţămînt seral).

— Procedee moderne şi utilaje în prelucrarea la cald — optimizarea proceselor tehnologice pentru secţiile de forjă şi tratamente termice (învăţămînt seral, învăţămînt fără frecvenţă).

— Valorificarea superioară a metalului şi îmbunătăţirea produselor siderurgice (învăţămînt fără frecvenţă).

— Optimizarea proceselor tehnologice la elaborarea fontei şi oţelului (învăţămînt fără frecvenţă).

— Optimizarea proceselor tehnologice pentru secţiile de laminoare (învăţămînt fără frecvenţă).

— Optimizarea proceselor în elaborarea şi prelucrarea metalelor şi aliajelor neferoase (învăţămînt fără frecvenţă).

În stadiul actual în Facultatea de metalurgie se efectuează perfecţionarea pregătirii ştiinţifice şi tehnice a inginerilor metalurgi prin doctorat, în următoarele specialităţi: siderurgie, metalurgia metalelor neferoase, turnătorie, metalurgie fizică, utilaje metalurgice.

Perfecţionarea pregătirii prin doctorat este asigurată prin numeroase cadre didactice, de mare valoare ştiinţifică şi avînd o vastă experienţă în activitatea de cercetare, tehnică şi didactică.

Baza materială a facultăţii

Dezvoltarea şi modernizarea învăţămîntului superior metalurgic a impus o preocupare permanentă pentru dotarea laboratoarelor facultăţii cu instalaţii şi aparatură moderne, specifice activităţii didactice şi care să poată fi utilizate şi pentru cercetarea ştiinţifică a studenţilor şi cadrelor didactice. Mai mult, în lumina indicaţiilor de partid, înzestrarea facultăţii cu mijloace materiale necesare capătă o importanţă de prim ordin, pe linia creării posibilităţii de pregătire a studenţilor prin muncă efectivă, în cadrul atelierelor de producţie.

Problema dotării laboratoarelor Facultăţii de metalurgie prezintă o seamă de aspecte specifice, care rezultă pe de o parte din necesitatea de a reda la scară de laborator sau de pilot gigantismul industriei metalurgice, iar, pe de altă parte, în condiţiile actuale numai este posibilă studierea diferitelor procese metalurgice, fără a se merge în profunzime, în esenţa fenomenelor.

În general, baza materială pentru învăţămîntul superior metalurgic cere mijloace fixe destul de mari (staţii pilot) capabile să reproducă unele procese la scară pilot, la care se adaugă aparatură şi mijloace de calcul de valoare ridicată. Facultăţile similare din alte ţări, care au fost vizitate de unele cadre didactice ale Facultăţii de metalurgie, dispun de aparatură şi utilaje complexe şi de staţii pilot, care sînt utilizate atît pentru scopuri didactice, cît şi pentru cercetări. Baza materială a laboratoarelor Facultăţii de metalurgie din Institutul politehnic din Bucureşti se caracterizează printr-un număr mare de instalaţii şi agregate fixe, cu puteri instalate neobişnuit de mari, montarea unora din ele necesitînd investiţii importante.

Este cazul aparatelor roentgen, difractometrului, defectoscopului, a căror montare implică existenţa unor spaţii speciale cu pereţii protejaţi cu tablă de plumb, a unor linii de forţă adecvate, instalaţii de răcire etc., un număr de cuptoare necesare tratamentelor termice, proceselor de sinterizare, de elaborare şi retopire în vid, instalaţiile pilot, ca : furnalul electric, cuptorul de 500 kg pentru elaborarea oţelului, convertizorul cu oxigen, cuva metalotermică, liniile de laminare, instalaţiile pentru studiul naturii stării lichide (zgure, metale, aliaje etc.), instalaţia de schimbători de ioni etc.

Puterea instalată a utilajelor, aparaturii şi a staţiilor pilot, din laboratoarele şi atelierele facultăţii, depăşeşte 2 MW. În general valoarea instalaţiilor şi aparaturii necesare procesului de învăţămînt şi activităţii de cercetare de la Facultatea de metalurgie se cifrează la sume importante în condiţiile în care în momentul de faţă o cercetare nu mai poate fi concepută fără utilizarea unor tehnici de înalt nivel, de mare fineţe. Existenţa în laboratoarele facultăţii a difractometrului cu raze X, a staţiilor roentgen, a microsondei electronice, a defectoscopului roentgen, a instalaţiei de topire sub vid, a cuptorului de topire cu plasmă, a instalaţiilor de măsurători tensiometrice etc. a însemnat în ultimii 25 de ani investiţii considerabile care se cifrează la milioane de lei.

Dotarea laboratoarelor facultăţii cu baza materială necesară procesului de învăţămînt şi activităţii de cercetare ştiinţifică, la un nivel cît mai ridicat, a fost în permanenţă preocuparea cadrelor didactice din facultate. În afară de utilajele aparţinînd laboratoarelor Facultătii de metalurgie, pentru activitatea didactică şi ştiinţifică se utilizează aparatura din laboratoarele specializate ale Institutului politehnic—Bucureşti (fizică, chimie, electrotehnică etc.), din aceasta o menţiune specială trebuie să fie făcută pentru microscopul electronic existent la laboratorul de fizică al institutului.

O importanţă deosebită o prezintă Centrul de calcul al Institutului politehnic—Bucureşti dotat cu calculatoare I.B.M., care deserveşte şi Facultatea de metalurgie; acest centru, singurul din învăţămîntul superior tehnic, este printre cele mai bine dotate centre de calcul din ţară.

În momentul de faţă valoarea instalaţiilor şi utilajelor existente în cele 31 de laboratoare de bază ale facultăţii se cifrează la circa 14 mil. lei. Se menţionează că ponderea în această sumă revine aparatelor şi instalaţiilor de nivel tehnic superior, laboratoarele dispunînd de : difractometru TUR MI6, aparat roentgen TUR M60, fotometru rapid, microsondă electronică, derivatograf plasmotron, diverse tipuri de cuptoare de temperatură înaltă şi cu atmosfere controlate etc.

Deşi realizările facultăţii în direcţia continuei îmbunătăţiri a bazei materiale sînt importante, facultatea dispunînd de unele instalaţii pe care nu le au prea multe facultăţi sau instituţii din lume (cum ar fi, de exemplu, furnalul experimental sau convertizorul cu oxigen ş.a.), în unele direcţii de specializare însă dotarea facultăţii este sub realizările altor ţări (de exemplu în R. S. Cehoslovacia—exalograf; R.S.C., R.D.G. şi U.R.S.S.—microscoape electronice; U.R.S.S.—microlaminoare; Franţa—instalaţie de determinare a plasticităţii metalelor prin torsiune la cald etc.). Această stare de fapt a dus la mobilizarea cadrelor didactice ale facultăţii, pentru ca în scurt timp dotarea catedrelor şi laboratoarelor să sporească simţitor, în special prin acţiuni de autoutilare, folosindu-se, în primul rînd, fondurile obţinute din contractele de cercetare ştiinţifică pe care le are facultatea cu diferite uzine şi combinate din ţară.

Trebuie menţionat că o mare parte din baza materială a facultăţii este folosită şi de aproape toţi studenţii celorlalte facultăţi din I.P.B., aceştia desfăşurînd activitatea la lucrările practice în unele din laboratoarele de bază ale Facultăţii de metalurgie, de exemplu în laboratoarele de mineralogie, cristalografie, turnătorie, deformări plastice, metalografie şi studiul metalelor, echilibre fazice în topituri etc.

Corpul didactic al Facultăţii de metalurgie

Este un lucru cunoscut că valoarea şi nivelul unui institut de învăţămînt superior depinde într-o măsură considerabilă de cadrele didactice pe care le are.

Aportul cadrelor didactice este multilateral. Buna pregătire a studenţilor depinde atît de nivelul tehnico-ştiinţific al cursurilor, lucrărilor practice şi proiectelor, cît şi de educaţia care li se face în spiritul ataşamentului faţă de Partid, a dragostei faţă de muncă şi profesiunea aleasă; tînărul specialist care absolvă facultatea trebuie să plece cu hotărîrea şi convingerea că numai prin muncă cinstită şi susţinută poate să progreseze în profesiunea pentru care s-a pregătit şi să contribuie astfel la dezvoltarea economiei naţionale.

Învăţămîntul superior de metalurgie a beneficiat şi în trecut de aportul unor cadre didactice remarcabile prin activitatea lor didactică şi ştiinţifică, cum au fost prof. G. Balbareu şi acad. prof. dr. ing. Tr. Negrescu ; după reforma învăţămîntului superior din 1948 s-au adăugat alte cadre valoroase, unele dintre acestea cu o îndelungată practică în industrie, dintre care se menţionează profesorii Al. Rău, P. Dumitraşcu, Şt. Mantea, D. Briscan, D. Stănescu, Cl. Ştefănescu, dintre care unii activează şi astăzi în

calitate de profesori consultanţi, contribuind prin vasta lor experienţă la realizarea lucrărilor de doctorat şi la activitatea de cercetare ştiinţifică a catedrelor.

În prezent, după 53 de ani de învăţămînt metalurgic în Institutul politehnic—Bucureşti şi la 25 de ani de la reforma învăţămîntului superior, Facultatea de metalurgie dispune de patru catedre de specialitate: Siderurgie; Studiul metalelor şi Metalurgie fizică; Turnătorie-Forje; Metalurgia metalelor neferoase.

În Facultatea de metalurgie îşi desfăşoară activitatea 80 de cadre didactice din care 10 profesori activi, 4 profesori consultanţi, 14 conferenţiari, 15 şefi de lucrări şi 37 asistenţi. Aceste cadre, multe din ele cu activitate depăşind 10—20 ani, s-au format prin vocaţie şi practică pentru activitatea didactică şi de cercetare în învăţămînt. Toate cadrele cu vechime au un profil complex deoarece în afară de activitatea din învăţămînt au lucrat în industrie, în cercetare sau în proiectare, unele cadre trecînd prin toate aceste etape ale activităţii inginereşti.

În afară de experienţa acumulată prin activităţile didactică şi tehnico-ştiinţifică, cadrele didactice manifestă o preocupare continuă pentru îmbunătăţirea pregătirii proprii, prin doctorantură şi stagii de specializare în ţară sau în alte ţări. Astfel, între cele 80 cadre didactice active de la catedrele de profil, sînt 2 doctori docenţi, 25 doctori ingineri şi 29 doctoranzi.

Cadrele didactice din Facultatea de metalurgie au o activitate multilaterală: în afară de activitatea la catedră şi de lucrările de cercetare din învăţămînt, execută numeroase cercetări pentru industrie pe bază de contracte, colaborează cu institutele de cercetări şi proiectări (ICEM, IPROLAM, IPROMET, I.M.N.R., I.C.T.C.M., I.P.C.M., ICEMIN etc.). De asemenea, colaborează cu diferite instituţii centrale (Consiliul Economic, M.A.N., C.S.P., C.N.S.T., M.I.M., M.I.C.M., M.M., M.E.E.), cu centrele industriale şi cu uzine din Bucureşti şi din ţară.

Unele cadre didactice de la Facultatea de metalurgie sînt cunoscute peste hotare prin lucrările publicate, prin participări la congrese internaţionale de prestigiu, prin prelegeri ţinute în institute străine de învăţămînt superior sau sînt membri în asociaţii internaţionale: prof. ing. Al. Rău, prof. dr. ing. Suzana Gâdea, prof. dr. doc. ing. I. Tripşa, prof. dr. ing. N. Geru, prof. dr. doc. ing. Fl. Oprea, prof. dr. ing. L. Sofronie, prof. ing. G. Vanci., conf. dr. ing. I. Dragomir.

Cadrele didactice ale Facultăţii de metalurgie au participat la numeroase sesiuni ştiinţifice şi congrese atît în ţară, cît şi în majoritatea ţărilor europene, ceea ce contribuie la cunoaşterea şi afirmarea pe plan internaţional a şcolii româneşti de metalurgie.

RECENZII

Friedrich Erwin Seese.—Der Heisswind Kupolofen (Cubilourile cu aer cald). Partea I. Fr. Schinke Maschinenfabrick — Goslar, Harz, 1969, 149 pag.

Deşi în literatura de specialitate sînt publicate multe articole privind cubiloul cu aer cald, totuşi sînt puţine monografiile care să trateze în mod unitar influenţa temperaturii aerului asupra proceselor fizice şi chimice care au loc în cubilou.

În lucrarea de faţă se expune experienţa acumulată în cazul turnătoriei uzinei Schinke din Goslar (R.F.G.) care foloseşte pentru elaborarea fontelor cubilouri cu aer cald.

Capitolul I cuprinde date referitoare la construcţia cubilourilor cu aer cald, prevăzute cu instalaţii de răcire a pereţilor şi de curăţire a gazelor. Cubilourile moderne care funcţionează cu aer cald asigură o temperatură a fontei ridicată şi constantă, o durabilitate mare a recuperatoarelor.

În capitolul II sînt prezentate legile chimiei fizice care sînt aplicate la studiul elaborării fontelor în cubilouri (legile privind proprietăţile de suprafaţă, termodinamica reacţiilor chimice, legea maselor, diagramele de echilibru corespunzătoare principalelor tipuri de zgură şi fontă).

Expunerea acestor principii de chimie fizică este făcută în vederea înţelegerii proceselor metalurgice care se petrec în cubilouri şi care sînt analizate în capitolul III. Este vorba de zgurele de cubilou, compoziţia lor, sistemul din care fac parte, precum şi rolul lor în ceea ce priveşte obţinerea fontelor cu compoziţia necesară.

Capitolul IV descrie tehnologia elaborării fontelor cu proprietăţi ridicate în condiţiile folosirii unei proporţii mari de fier vechi în încărcătură. Temperatura ridicată realizată în cubilou favorizează procesul de carburare a fierului, ceea ce face ca în final să se obţină conţinutul de carbon impus. Se analizează mecanismul carburării fontei, precum şi formulele pentru determinarea conţinutului de carbon. Procesul de carburare este studiat în funcţie de compoziţia zgurelor şi a fontei. Practica industrială arată că sînt mari posibilităţi încă nefolosite pentru reglarea compoziţiei fontei în cazul cubilourilor clasice. Cu alte cuvinte, cubiloul, ca agregat de elaborare a fontei, este insuficient studiat şi, ca urmare, posibilităţile lui metalurgice sînt puţin cunoscute. În funcţie de compoziţia zgurei se analizează, în acelaşi capitol, variaţia conţinutului de sulf, siliciu şi mangan.

Lucrarea este destinată cadrelor cu pregătire medie care proiectează şi exploatează cubilourile. Este concisă, cuprinde multe exemple şi formule utile şi construcţii îmbunătăţite de cubilouri, care pot fi şi realizate cu investiţii relativ mici.

Valoros este mai ales faptul că această lucrare înfăţişează cititorilor o experienţă practică concretă, capabilă să orienteze uşor activitatea tehnicienilor şi maiştrilor în scopul elaborării unor fonte de a doua fuziune cu proprietăţi ridicate.

Prof. dr. ing. L. Sofroni

Dr. ing. T. Segărceanu
Institutul de proiectare și cercetare pentru metale neferoase și rare — București

Metalurgia metalelor neferoase, succese și perspective

CZ 669.21.8:001.892(498)

Este bine cunoscut că promovarea progresului tehnic în construcția de mașini, energetică, aeronautică etc. nu este posibilă fără utilizarea metalelor neferoase și a aliajelor acestora. Succesele importante obținute în ultimii ani în domeniul unor ramuri de vîrf ale tehnicii contemporane cum sînt electronica și radioelectronica, energetica nucleară, tehnica aerospațială sau tehnica de calcul se datorează în mare măsură utilizării proprietăților metalelor neferoase și mai ales a așa-numitelor metale rare.

Pornind tocmai de la importanța și rolul deosebit pe care metalele neferoase și rare îl au în dezvoltarea tehnicii contemporane, Conducerea de Partid și de Stat a acordat și acordă o atenție deosebită dezvoltării industriei de metale neferoase și a diversificării și lărgirii sortimentului de metale neferoase într-o măsură care să permită dezvoltarea rapidă a industriei constructoare de mașini, în special a ramurilor ei de vîrf.

În figura 1 este redată dinamica creșterii producției de metale neferoase, luîndu-se ca referință anul 1938 sau 1965. Rezultă evident saltul spectaculos pe care industria metalelor neferoase din țara noastră l-a făcut în această scurtă perioadă. În prezent producția de cupru, plumb, zinc este de 6 — 20 ori mai mare decît în anul 1938.

În 1965, prin punerea în funcțiune a Întreprinderii de alumină la Oradea și Întreprinderea de aluminiu la Slatina, s-au pus bazele producției de aluminiu, a cărui producție a fost dublată în perioada 1966—1970 și urmează să se dubleze încă o dată pînă în 1975. Prin aceasta industria aluminiului a devenit ramura cea mai dinamică a sectorului, iar aluminiul, ca pondere, al doilea metal pe întreaga economie națională, România devenind unul din marii producători de aluminiu ai lumii.

Semnificativ este faptul că saltul menționat se referă nu numai la aspectul cantitativ, și el destul de considerabil, dar mai ales la mutațiile calitative care au avut loc în dezvoltarea industriei metalelor neferoase și rare între care se menționează, în mod special, următoarele:

— În primul rînd toate uzinele și instalațiile realizate în perioada de după 1969 au la bază procedee tehnologice moderne de mare eficiență tehnico-economică, așa cum sînt: prelucrarea concentratelor cuproase și de pirite aurifere prin procedeul „topirii în suspensie" la I.M.M.N. — Baia Mare, procedeul I.S.P. pentru prelucrarea concentratelor plumbo-zincoase la I.M.M.N. — Copșa-Mică, obținerea aluminiului electrolitic prin procedeul cu anozi precopți la Intreprinderea de aluminiu — Slatina, prelucrarea aluminiului la I.P.A. — Slatina; toate aceste întreprinderi noi sînt dotate cu utilaje moderne cu un grad avansat de automatizare. În comparație cu vechile instalații metalurgice, noile instalații realizează productivități de 2,5—8 ori mai mari, capacitățile de topire pe unitatea de volum sau suprafață fiind mult superioare vechilor instalații așa cum rezultă din tabela 1.

— Noile instalații metalurgice permit valorificarea a circa 90% din sulful conținut în concen-

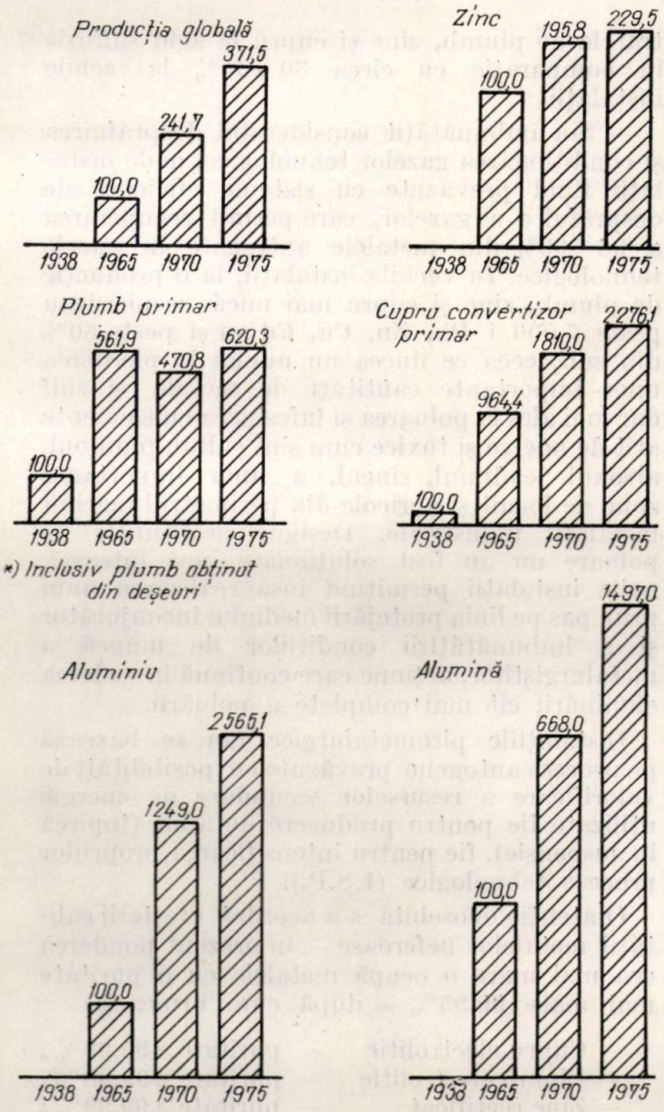


Fig. 1. Dinamica creșterii producției de metale neferoase.

Tabela 1

Indicatori	Metalurgia cuprului		Metalurgia zincului		Metalurgia plumbului		Metalurgia aluminiului		Metale secundare	
	Cuptor cu vatră	Cuptor cu topire în suspensie	Cuptoare cu retorte	Furnal I.S.P.	Cuptoare cu cuvă	Furnal I.S.P.	Procedeu Sodeberg	Procedeu anozi precopți	Uzina veche	Uzina nouă
Productivitatea muncii, %	100	250	100	800	100	200	100	100	100	600
Recuperarea sulfului, %	0	90	50	87	20	87	—	—	—	—
Randamentul de recuperare a metalelor din gaze, %	0	98,5	0	98	30	98	— *	70 *	0	98,5
Conținutul de SO_2 în gaze, % **	1,5—1,2	6—9	0,5—2	5—5,5	0,5—1,5	6—9	—	—	—	—
Consumul de energie electrică, kWh/t	—	—	—	—	—	—	16000—17000	12,5—13 500	—	—

* Randament de recuperare a fluorului.
** Gazele ce rezultă din procesul de topire sau aglomerare.

tratele de plumb, zinc și cupru la acid sulfuric în comparație cu circa 30—35% la vechile instalații.

— S-a îmbunătățit considerabil desprăfuirea și condiționarea gazelor tehnologice, noile instalații fiind prevăzute cu sisteme eficiente de desprăfuire a gazelor, care permit recuperarea a 98—99% din metalele antrenate în gazele tehnologice. În vechile instalații, la o producție de plumb, zinc și cupru mai mică, se pierdeau peste 5 000 t Pb, Zn, Cu, Cd/an și peste 60% din sulf, ceea ce ducea nu numai la pierderea unor importante cantități de metale și sulf dar mai ales la poluarea și infestarea cu elemente atît de nocive și toxice cum sînt sulful, plumbul, arsenul, cadmiul, zincul, a unor importante zone de locuit și agricole din perimetrul marilor instalații industriale. Desigur problemele de poluare nu au fost soluționate încă integral, noile instalații permițînd însă realizarea unui prim pas pe linia protejării mediului înconjurător și a îmbunătățirii condițiilor de muncă a metalurgiștilor, acțiune care continuă în vederea eliminării cît mai complete a poluării.

Instalațiile pirometalurgice noi se bazează pe procese autogene prevăzute cu posibilități de valorificare a resurselor secundare de energie utilizate fie pentru producere de abur (topirea în suspensie), fie pentru intensificarea propriilor procese tehnologice (I.S.P.).

O atenție deosebită s-a acordat creșterii calității metalelor neferoase — în prezent ponderea cea mai mare o ocupă metalele cu o puritate mai mare 99,95% — după cum urmează:

— Cupru electrolitic — puritate $\geqslant$ 99,99%;
— Plumb electrolitic — puritate $\geqslant$ 99,98%;
— Zinc rectificat — puritate $\geqslant$ 99,99%;
— Bismut farmaceutic — puritate $\geqslant$ 99,95%;
— Cadmiu — puritate $\geqslant$ 99,98 %;
— Seleniu pur — puritate $\geqslant$ 99,991%;
— Aluminiu* — puritate $\geqslant$ 99,50 %;

Ca și în cincinalele precedente, în cincinalul 1971—1975 producția de metale va cunoaște o dinamică susținută de dezvoltare de 15%/an față de 9%/an în medie pe economia națională. Principalele obiective ce urmează să fie realizate pînă în 1975 sînt:

— Dezvoltarea Întreprinderii de aluminiu Slatina.

— Dezvoltarea uzinei de prelucrare a aluminiului pînă la o capacitate de producție cu 400% mai mare decît cea existentă la sfîrșitul anului 1970.

— Instalația de turnare continuă a cuprului fără oxigen sub formă de bare și plăci.

— Realizarea unei instalații de valorificare complexă a cenușilor de pirită care va permite recuperarea economică a fierului, plumbului, cuprului, zincului, aurului și argintului;

— Dezvoltarea producției de cupru la I.M.M.N. — Zlatna și I.M.M.N. — Baia Mare.

— Dezvoltarea capacității de aglomerare la I.M.M.N. — Copșa Mică.

— Instalația pentru obținerea aliajelor de aluminiu secundar la I. M. „Neferal".

De menționat că noile investiții au în vedere extinderea capacităților de producție prin perfecționarea procedeelor moderne realizate în cincinalul precedent pe baza concepției proprii sau realizarea unor noi obiective în condițiile unor indicatori tehnico-economici superiori, ceea ce rezultă evident și din datele prezentate în tabela 2.

* În cercetare

Tabela 2

Indicatori		
	Instalațiile existenet în 1970	Instalațiile noi proiectate
Extindere Întreprinderea de aluminiu — Slatina	Intensitatea curentului, 63 kA Consum de energie, 13—14 000 kWh/tAl Productivitatea, 100 %	Intensitatea, 83 kA Consumul de energie, 12 500—13 000 kWh/t Productivitatea, 138 %
Întreprinderea de alumină — Tulcea	Consumul de abur, 6,5 t/t Al_2O_3 Productivitatea, 100 %	Consumul de abur, 3,5 t/t Al_2O_3 Productivitatea, 220 %
Intensificare I.S.P.	Temperatura aerului preîncălzit, 600°C Capacitatea de topire, 100 %	Temperatura aerului preîncălzit, 850—900°C Capacitatea de topire, 130 %
Dezvoltarea Întreprinderii Zlatna	Gradul de recuperare a sulfului, 0 % Recuperarea metalelor neferoase din gaze, 20 % Conținutul de SO_2 în gaze, 1—1,2 %	Gradul de recuperare a sulfului, 50 % Recuperarea metalelor neferoase din gaze, 95 % Conținutul de SO_2 în gaze (cumulat cu SO_2 de la convertizare), 4—4,5%

O atenție deosebită s-a acordat și se acordă și în prezent lărgirii sortimentului de metale și aliaje, creșterii numărului de tipodimensiuni de profile și alte produse obținute prin prelucrarea metalelor și aliajelor.

Astfel, la Întreprinderea de aluminiu — Slatina din anul 1970 și pînă în prezent sortimentul de semifabricate pe bază de aluminiu a crescut cu 100 %. S-a lărgit considerabil gama de aliaje de aluminiu, I.A. — Slatina producînd în prezent peste 80 % din tipurile de aliaje standardizate în țară. Realizarea producției de aliaje în unități de elaborare de mare capacitate și în condiții riguroase de control duce la importante economii materiale și de forță de muncă, echivalente cu 1 500 — 2 500 lei/t aliaj, față de aliajele elaborate în condițiile unor turnătorii mici cu utilaje improvizate. Numai în anul 1972 la I.A. — Slatina s-au asimilat opt tipuri noi de aliaje care au adus beneficii suplimentare de circa 15 mil./an.

A crescut considerabil sortimentul de produse și aliaje realizate la I.M. „Neferal" care în prezent realizează peste 100 de produse și aliaje de la pulberi de metale la aliaje de lipit etc.; dintre acestea peste 40 au fost asimilate după 1970.

Prin punerea în funcțiune a secției de aluminiu sortimentul de aliaje realizat de Întreprinderea „Neferal" va crește cu încă 11 noi tipuri de aliaje de aluminiu.

La I.P.A., în special prin eforturile acestui tînăr colectiv, numărul de aliaje asimilate a crescut în trei ani de la punerea în funcțiune cu 100%, iar sortimentul de tipodimensiuni, cu 400%.

La I.M.M.N. — Baia Mare prin intrarea în funcțiune a instalației de turnare continuă a cuprului fără oxigen se realizează, pentru prima dată în țara noastră, producția de semifabricate de Cu sub formă de bare, de diferite profile și plăci, care au multiple utilizări în industria electrotehnică și electronică. Tot la această uzină în prezent se realizează un larg sortiment de pulberi de cupru.

O dezvoltare corespunzătoare a cunoscut activitatea de proiectare și cercetare în domeniul metalurgiei neferoase și rare. În prezent, în afara I.M.N.R. există colective puternice de cercetare și proiectare pe lîngă I.M. „Neferal", I.M.M.N. — Baia Mare, Întreprinderea de alumină — Oradea etc., care aduc o contribuție din ce în ce mai mare la dezvoltarea metalurgiei neferoase pe baza concepției proprii.

În sectorul de proiectare principalele realizări au fost menționate în prima parte a prezentei lucrări și ele cuprind practic toate marile realizări legate de dezvoltarea industriei metalelor neferoase.

Ca o caracteristică generală a muncii de proiectare se subliniază preocuparea pentru adaptarea unor tehnologii de mare eficiență, care asigură randamente ridicate, productivități înalte și o calitate superioară a produselor metalurgice.

Printre realizările mai importante obținute în cercetarea proprie se menționează:

— Prelucrarea nămolurilor anodice de la rafinarea electrolitică a cuprului în vederea obținerii seleniului și telurului.

— Obținerea Se de înaltă puritate.

— Obținerea Ge pentru semiconductori.

— Valorificarea prafurilor volatile din metalurgia cuprului.

— Obținerea α Al_2O_3.

— Elaborarea și asimilarea de noi tipuri de aliaje de aluminiu.

— Elaborarea aliajelor hipereutectice de aluminiu pentru pistoane auto.

— Obținerea aliajelor de aluminiu pentru conductori electrici.

— Obținerea pentaoxidului de vanadiu elaborat de către colectivul de cercetare al Întreprinderii de alumină — Oradea.

— Elaborarea și asimilarea de diferite tipuri de pulberi de metale neferoase și produse sinterizate de către laboratorul de cercetare al Întreprinderii „Neferal" etc.

Creșterea maturității activității de cercetare în sectorul metalurgiei neferoase este subliniată și de numărul mare de brevete, peste 20, obținute numai în ultimii doi ani, ca și de faptul că în cursul anului 1972 la tîrgurile concurs de la Viena și Köln cercetătorii și proiectanții I.M.N.R. au obținut patru medalii de aur și una de argint.

Lucrătorii din domeniul industriei metalurgiei neferoase sînt mobilizați în prezent pentru traducerea în viață a Hotărîrilor Conferinței Naționale a P.C.R. din iulie 1972 de a realiza obiectivele cincinalului 1971—1975 în 4,5 ani, precum și pregătirea tehnologiilor și documentațiilor necesare dezvoltării metalurgiei neferoase în cincinalul 1976—1980.

Activitatea de concepție de cercetare și proiectare în I.M.N.R. ca și din laboratoarele uzinale este concentrată în prezent, în special, pe soluționarea unor obiective importante nominalizate în programe prioritare, de importanță națională, după cum urmează :

— Extinderea bazei de materii prime prin introducerea în circuitul economic a unor minereuri sărace ca, de exemplu, obținerea aluminei din alte surse decît bauxitele, a cuprului, wolframului și molibdenului din minereuri sărace etc.

— Perfecționarea tehnologiilor actuale prin utilizarea aerului îmbogățit în oxigen, a aerului preîncălzit la temperaturi ridicate. Prin realizarea acestor obiective în metalurgia cuprului, plumbului și zincului capacitatea de producție a actualelor instalații va crește cu 30—40%.

— Valorificarea complexă a materiilor prime miniere, înțelegînd prin aceasta creșterea randamentelor de recuperare a cadmiului, bismutului și stibiului față de nivelul actual, precum și organizarea producției unor alte metale însoțitoare ca, de exemplu, indiul, telurul, reniul, galiul.

— Dezvoltarea industriei constructoare de mașini și în special a industriei electronice, de mecanică fină, electrotehnică și energetica nucleară reclamă un sortiment de metale și aliaje mult mai larg și variat; din această cauză în fața sectorului industriei metalurgiei neferoase se pune problema creșterii numărului de metale realizate industrial în țara noastră de la 16 la circa 25—30 metale în cincinalul următor prin organizarea producției unor metale neferoase și rare ca, de exemplu, Si, Mg, W, Mo, T, Zr, Li, Na etc.

— O atenție deosebită trebuie acordată dezvoltării producției de aliaje și prelucrării acestora, prin aceasta potențialul metalelor obținute putînd crește cu 40—60%. În acest domeniu atenția trebuie îndreptată în special spre îmbunătățirea proprietăților metalelor și aliajelor de metale neferoase prin alierea cu metale rare ca zirconiu, titan, litiu etc. prin tratamente termice și deformări plastice, în lărgirea sortimentului de aliaje care deocamdată este încă destul de limitat chiar pentru aluminiu (țara noastră produce numai 15% din sortimentul de aliaje de aluminiu standardizat pe plan mondial), obținerea unor aliaje speciale cu conținuturi de metale prețioase (Ag și Au) care în prezent în mare măsură se importă, elaborarea de aliaje noi pe bază de titan, zirconiu, wolfram, molibden etc.

Prin acțiunile de cercetare care se desfășoară în această perioadă atît în uzine, cît și în I.M.N.R. se urmărește ca dezvoltarea industriei de metale neferoase și rare să se realizeze în cea mai mare parte pe baza concepției proprii, precum și crearea condițiilor necesare pentru export de concepție românească, sub formă de documentații complete și licențe.

Ing. Cl. Ştefănescu
Ministerul Industriei Construcţiilor de Maşini Grele

România a depăşit producţia de un milion de tone piese turnate

CZ 621.74:669:001.892 (498)

Interesul deosebit de mare care se manifestă pentru producţia de piese turnate este pe deplin justificat dacă se are în vedere că în actuala etapă de dezvoltare a civilizaţiei umane este greu de conceput că s-ar putea construi, în general, maşini şi instalaţii în componenţa cărora să nu intre şi piese turnate.

Este adevărat că piesele turnate sînt din ce în ce mai complexe, prezintă mari variaţii în grosimea pereţilor, toleranţele la dimensiuni şi greutăţi sînt mereu mai strînse, suprafeţele brut turnate trebuie să fie cît mai netede în timp ce aliajele din care sînt executate au caracteristici care ating valori cu totul remarcabile. Satisfacerea acestor exigenţe în condiţii tehnic avantajoase poate fi realizată numai ca urmare a dezvoltării adecvate a tehnologiei de fabricaţie, a creării de turnătorii echipate cu maşini şi utilaje moderne şi cu aparatură de control corespunzătoare proceselor de formare-turnare adoptate.

Cu toate că industria chimică a elaborat în ultimul timp noi materiale nemetalice, avînd proprietăţi de exploatare identice sau chiar superioare unor aliaje metalice, şi că, în continuare, se aşteaptă realizări spectaculoase în această direcţie totuşi, după opinia noastră, piesele turnate din aliaje feroase şi neferoase vor cunoaşte o dezvoltare continuă în următorii 25—30 ani. Această opinie se bazează nu numai pe investiţiile ce se vor face în scopul dezvoltării turnătoriilor în anii ce urmează, ci şi, de asemenea, pe creşterea producţiei de piese turnate care are loc în majoritatea ţărilor industriale. Creşteri în producţia de piese turnate de ordinul a 14—20% se întîlnesc curent (Japonia, S.U.A., Anglia etc.).

După datele existente, în anul 1973 se va atinge în lume o producţie totală de piese turnate de 100 mil. t.

Producţia de piese turnate în R. S. România

Aşa cum se poate vedea din figura 1, producţia de piese turnate în ţara noastră a crescut între 1950 şi 1970 de 8 ori, iar în următorii cinci ani se va ajunge la o producţie de 14 ori mai mare ca în 1950.

În anul 1972 turnătoriile din ţara noastră au produs peste 1,1 mil. t piese turnate, producţie care este departe de a fi o limită pentru perioadele care urmează (1976—1980 şi 1981—1990), prevăzîndu-se un avînt fără precedent pentru turnătorii, ele trebuind să sprijine nemijlocit dezvoltarea industriei constructoare de maşini, a industriei metalurgice, a industriei uşoare şi altele. Astfel, este de aşteptat, la ritmul de creştere actual, să se depăşească cu mult producţia de 2 mil. t piese turnate, în 1980 şi de 5 mil. t, în 1990.

Este evident că producţia realizată pe linii mecanizate şi automatizate, care în 1972 a

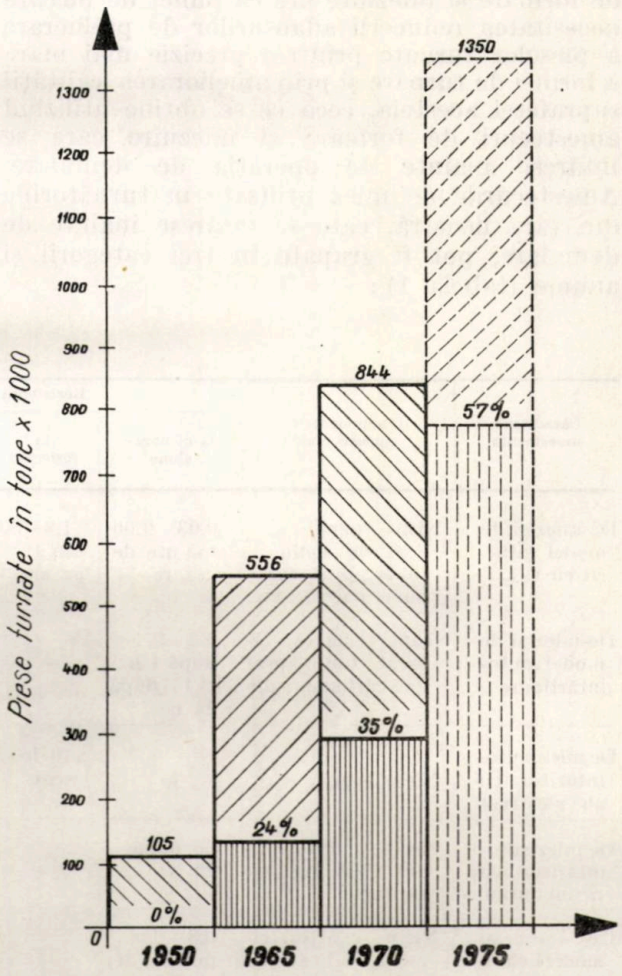


Fig. 1. Producţia de piese turnate.

atins 42%, la sfîrşitul acestui cincinal să depăşească 50%, iar în 1980 se contează să se ajungă la 70%. Aceste cifre, departe de a fi simple ipoteze, vor deveni realităţi pentru că toate turnătoriile noi ce se construiesc vor avea un înalt grad de mecanizare şi automatizare şi, concomitent, o mare parte din turnătoriile vechi vor fi modernizate şi adaptate tehnicii celei mai noi.

În ce priveşte structura pieselor turnate se remarcă faptul că în R.S. România se produce prea mult oţel (~20%) şi prea puţine metale neferoase (~2%), în raport cu totalul pieselor turnate şi aceasta deoarece nici fonta maleabilă

și mai ales fonta cu grafit nodular nu sînt produse în cantități suficiente, diferența compensîndu-se cu piese din oțel turnat.

Producția specifică de piese turnate pe cap de locuitor (în 1970, 42 kg) va ajunge în 1975 la 55 kg, iar în 1980 se va plasa în jurul cifrei de 90 kg, ceea ce reprezintă o producție specifică de piese turnate la nivelul celor mai industriale țări din lume.

Tehnologii — aliaje — performanțe

Ideea principală în dezvoltarea tehnologiilor de formare și miezuire are ca punct de plecare necesitatea reducerii adaosurilor de prelucrare a pieselor turnate printr-o precizie mai mare a formei de turnare și prin ameliorarea calității suprafeței acesteia, ceea ce se obține utilizînd amestecuri de formare și miezuire care se întăresc înainte de operația de demulare. Amestecurile de miez utilizate în turnătoriile din țara noastră, care se întăresc înainte de demulare, pot fi grupate în trei categorii și anume (tabela 1):

— amestecuri care se întăresc prin suflarea unui gaz prin masa lor;

— amestecuri autoîntăritoare;

— amestecuri ce se întăresc sub influența căldurii acumulate de cutia de miez.

Cele mai răspîndite amestecuri care se întăresc prin suflarea unui gaz sînt amestecurile cu silicat de sodiu utilizînd ca gaz de întărire CO_2. Aceste amestecuri sînt foarte răspîndite, în special în turnătoriile de oțel, și cunosc în prezent un nou avînt datorită apariției adaosurilor care măresc friabilitatea miezurilor după turnare (covalit, covasil). Amestecurile cu rășină fenolică și diizocianat, care se întăresc rapid la suflarea cu trietilamină, sînt în curs de a fi introduse în două mari turnătorii (una de fontă și a doua de oțel), ca amestec de bază pentru execuția unor miezuri complicate.

Amestecurile autoîntăritoare sînt introduse în turnătoriile din R.S. România atît sub

Tabela 4

Caracterul amestecului	Componentele amestecului	Rezistența, daN/cm²				H_2O, %	Permeabilitatea	Observații
		la compresiune	la forfecare	la tracțiune	la încovoiere			
De miez și de model întărit cu CO_2	Nisip cuarțos, silicat de sodiu, zahăr, praf cărbune, păcură etc.	0,03—0,06 înainte de gazare	1,8—3,0 după gazare	—	—	1,5—4	În funcție de nisip	Pentru creșterea durabilității la dezbatere se adaugă covalit și covasil
De miez și de model autoîntăritoare	Nisip cuarțos, ciment $CaCl_2$, praf de cărbune, apă	0,3—0,4 după 1 h; >13 după 24 h	—	1,5—2,0	—	1,2—1,5 după 12 h	150—160	Timpul de utilizare după preparare, 30—45 min.
De miez autoîntăritor cu ulei sicativat	Nisip cuarțos	—	⩾10 la uscat	⩾14 la uscat	—	max. 0,5	200—300	—
De miez autoîntăritor cu rășini furanice	Nisip cuarțos, liant UFA 126, întăritor	50 după 24 h	—	14 după 24 h	38 după 24 h	—	—	—
De miez și model lichid, autoîntăritor	Nisip cuarțos, ciment, silicat de sodiu, detergent sulfonic, apă	0,8—0,9 după 1 h; 4—7,5 după 24 h	—	—	—	—	250—400 după 3 h	Fluiditatea. 90 mm
De miez Hot Box	Nisip cuarțos, uretit P, sirop de glucoză, oleină, ulei de in, apă	0,03—0,06 la crud	—	—	⩾35 după uscare	1,4—1,5 înainte de uscare	—	După 60—90 s grosimea stratului dur este de 7 mm, procesul de întărire continuă după demulare
De model cu uscare superficială	Nisip cuarțos, bentonită, praf de huilă, leșie sulfitică	0,22—0,30 la crud	—	⩾12 la uscat	—	4,5—5,0	—	Durata de uscare superficială, 20—60 min.
De miez și model pentru piese foarte mari, uscat	Nisip de cromit, leșie sulfitică	0,25 la crud	2,5—4,5 la crud	—	—	—	100	—

formă granulară (Uz. „23 August"—Bucureşti, „Progresul" — Brăila etc.), cît şi sub formă lichidă („Victoria" — Călan).

În figura 2 se prezintă un grup de lingotiere mari turnate la C.S. Galaţi în forme şi miezuri executate într-un amestec de nisip cuarţos cu 8% ciment, 0,5% $CaCl_2$ şi 6% apă, care permite să se obţină caracteristicile arătate în tabela 1.

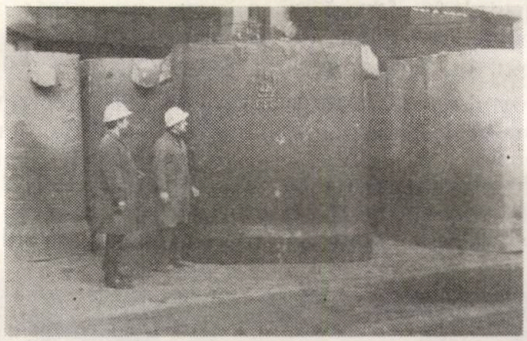


Fig. 2. Lingotiere turnate în amestec de formare cu ciment

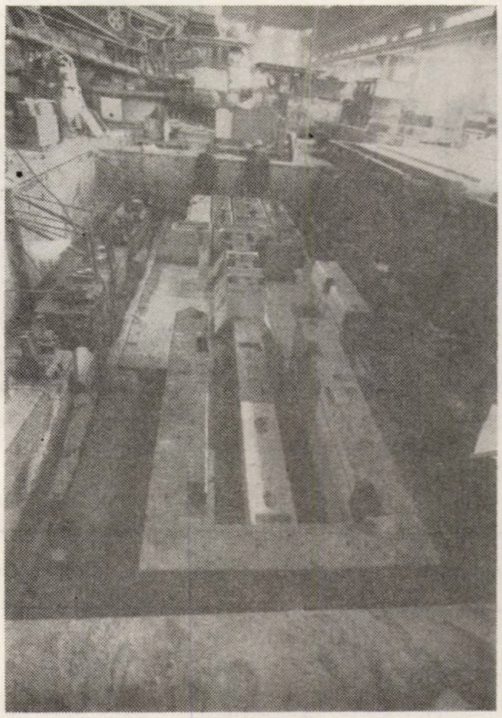


Fig. 3. Montarea miezurilor într-o formă pentru turnarea unui pat de strung.

În figura 3 se prezintă operaţia de montare a miezurilor într-o formă pentru un pat de strung lung de 14 m; amestecul de miez utilizat este de tipul autoîntăritor cu liant ulei sicativizat (Vitester).

Lianţii furanici sînt folosiţi şi ei la prepararea amestecurilor de miez autoîntăritoare, de provenienţă din import şi de fabricaţie românească în egală măsură (tip UFA-126 cu acid fosforic drept catalizator).

În figura 4 se compară rezistenţa la compresiune în funcţie de timpul de întărire a liantului UFA-126 cu alţi lianţi furanici de provenienţă din import.

În turnătoriile din ţara noastră se folosesc cu succes şi amestecuri de miez care se întăresc rapid sub influenţa căldurii acumulate şi degajate de cutia de miez. Miezurile executate conform acestor metode pot fi goale (metoda Croning) sau pline (metoda Hot Box).

Fabricarea miezurilor şi formelor după metoda Croning se aplică în diverse turnătorii ca: Întreprinderea de tractoare—Braşov (turnare bloc motor, fig. 5), Independenţa—Sibiu (piese diverse din oţeluri refractare), Steagul Roşu—Braşov (arbori cotiţi) şi altele.

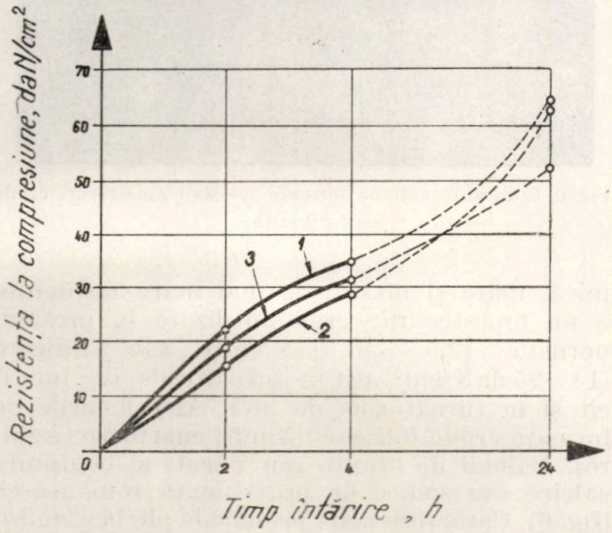


Fig. 4. Rezistenţa la compresiune pentru trei amestecuri cu răşini furanice: *1* — fursalit CS/30 — 2,5% + catalizator 0,3%; *2* — resifix 6 — 2,5% + catalizator 0,7%; *3* — U.F.A.—126 — 2,5% + catalizator 0,7%.

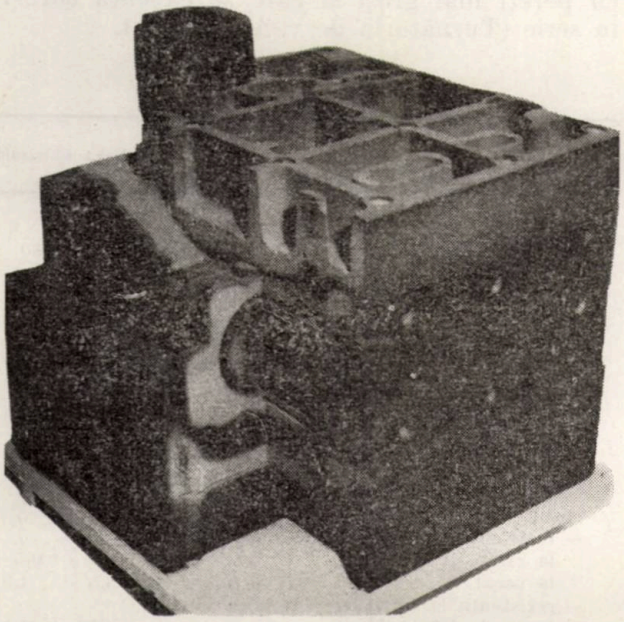


Fig. 5. Formă completă executată în coji pentru turnarea unui bloc motor.

Metoda Hot Box este aplicată cu succes deplin la Întreprinderea de autocamioane din Braşov pentru execuţia miezurilor de culasă.

În ce priveşte amestecurile destinate execuţiei formelor propriu-zise, în fabricaţia de serie

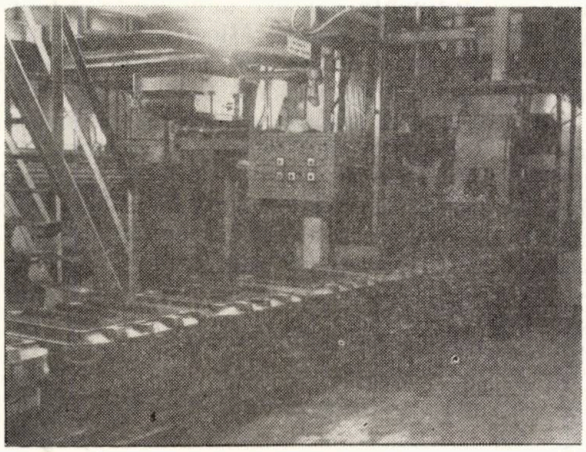


Fig. 6. Linie automată de formare folosind amestecuri crude cu bentonită.

mică, mare şi masă, cea mai mare răspîndire o au amestecurile crude utilizate la presiuni normale (2,5—3,0 daN/cm²) sau ridicate (14—25 daN/cm²) atît în turnătoriile de fontă, cît şi în turnătoriile de oţel. Amestecurile de formare crude folosesc nisipuri cuarţoase (Aghireş, Vălenii de Munte sau Făget) şi bentonite calcice sau sodice de provenienţă românească (fig. 6). Caracteristicile principale ale bentonitelor româneşti sînt date în tabela 2.

Se folosesc, de asemenea, şi amestecuri cu întărire superficială în cazul pieselor turnate cu pereţi mai groşi şi care se execută totuşi în serie (Turnătoria de vane—Bacău).

Printre amestecurile de formare şi miezuire cu caracteristici speciale trebuie menţionate amestecurile pe bază de cromit cu leşie sulfitică, utilizate de predilecţie la turnarea pieselor de mare greutate şi dimensiuni. Aceste amestecuri sînt practicate pe scară largă în mod deosebit de Întreprinderea de maşini grele din Bucureşti.

În figura 7 se arată butucul rotorului turbinei Kaplan de 178 MW de la Porţile de Fier, turnat din oţel în formă şi miezuri executate din amestec pe bază de cromit. Metalul lichid turnat în forma acestei piese a fost de 200 t.

Formarea şi turnarea pieselor de precizie în forme-coji obţinute cu modele fuzibile ocupă o poziţie importantă între metodele speciale de formare aplicate în ţara noastră. Se toarnă anual peste 4 000 t piese mici cu înaltă precizie folosind amestecuri cu lianţi speciali ca silicea

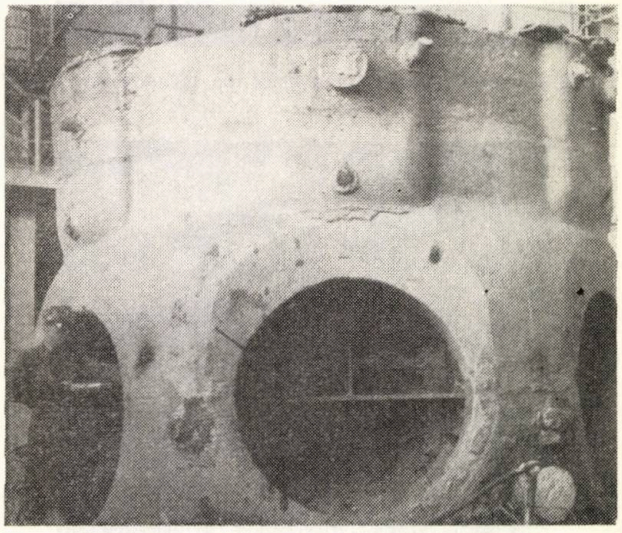


Fig. 7. Butucul rotorului pentru turbina Kaplan de 178 MW, turnat în amestec pe bază de cromit.

Tabela 2

Caracteristica \ Cariera	Valea Chisarului	Oraşul Nou	Darda Ciugud	Gura Sada
Compoziţia mineralogică, %				
— montmorilonit	50 — 60	70 — 75	65 — 70	60 — 70
— caolinit	—	5 — 10	—	—
— sticlă vulcanică	15 — 20	14 — 20	5 —10	20 — 30
— feldspat	13 — 15	—	10 — 15	3 — 6
— cuarţ	10	2 — 3	5 — 10	2 — 4
Proprietăţi specifice				
— volum de sedimentare, %	96 —100	31 — 55	40 — 60	33 — 43
— aptitudine la umflare, cm³/g	12	9 — 11	8 — 10	10 — 14
Proprietăţile în amestec cu nisip standard				
— rezistenţa la compresiune, daN/cm²				
la crud	0,4— 0,5	0,7 — 0,8	0,48— 0,55	0,38—0,45
la uscat	3,5 — 4,5	3,0 — 5,0	4,50— 6,00	2,70—4,0
— rezistenţa la forfecare				
la crud, daN/cm²	0,08— 0,1	0,20	0,09— 0,15	0,12—0,14
— permeabilitatea	140 —150	140 —150	140	150

coloidală, silicatul de etil sau chiar silicatul de sodiu.

Elaborarea aliajelor în turnătoriile de fontă se face în mod obișnuit în cubilouri cu aer rece sau cald. Se are însă în vedere o dezvoltare în continuare în deosebi a elaborării fontelor de toate calitățile în cuptoare electrice cu inducție și creuzet funcționînd la frecvența rețelei. Această dezvoltare se bazează pe faptul că pe piața mondială cocsul de turnătorie de bună calitate se obține greu și din ce în ce mai scump, în timp ce în țara noastră energia electrică ieftină este în continuă dezvoltare, precum și alte avantaje importante ale cuptorului cu inducție ca : elasticitate mare la elaborarea calităților superioare de fontă, costul redus al încărcăturii (100% oțel vechi) etc.

Se preconizează că pînă în 1975 actuala capacitate instalată în cuptoare electrice cu inducție, executate de industria noastră constructoare de mașini, să fie mărită cel puțin de trei ori.

În unele turnătorii s-a introdus sistemul de topire duplex cubilou-cuptor electric cu inducție. Cu cubilourile și cuptoarele electrice cu inducție sau cu arc turnătoriile din R.S. România produc și toarnă fonte modificate cu grafit lamelar de toate calitățile (inclusiv fonte cu $\sigma_r > 40$ daN/mm^2), de asemenea fonte cu grafit nodular cu structuri feritice, feritoperlitice, perlitice și chiar bainitice după cum este nevoie de alungiri mari (15—20%) sau de rezistențe mari (70—100 daN/mm^2). Este de remarcat că modificatorii utilizați cuprind o largă paletă de tipuri, unii dintre ei (Si-Ca-Al-Ba pentru fontele cu grafit lamelar sau Fe-Si-Ca-Mg-Ba pentru fontele cu grafit nodular) făcînd obiectul unor brevete românești. Domeniul de utilizare a acestor fonte este foarte mare.

Fonta maleabilă produsă în cantitate relativ mică în industria noastră (cca. 2% din totalul producției de piese turnate) este elaborată în cuptoare electrice cu inducție și cu arc și uneori chiar în cuptoare rotative cu flacără.

Calitățile de fonte maleabile elaborate sînt de tipul feritic ($\sigma_r = 35-40$ daN/mm^2 și $\delta = 10-15\%$) sau perlitic ($\sigma_r \geqslant 60$ daN/mm^2 și $\delta \geqslant 2\%$), cu și fără modificare.

Oțelurile de turnătorie, cu puține excepții, sînt elaborate în țara noastră în cuptoare electrice cu arc de tip Heroult, avînd capacități nominale cuprinse între 1,5 și 50 t/șarjă (fig. 8).

Calitățile de oțel elaborate sînt cele prevăzute în standardele de stat : mărcile de oțel carbon, oțel slab aliat și oțel bogat aliat pentru turnat în piese.

Pentru piesele de performanță care necesită oțeluri de înaltă puritate acestea se elaborează în cuptoare cu electrod consumabil prin topire sub zgură (procedeul electroslag) ; în prezent sînt în funcțiune cuptoare de laborator în institutele de cercetări, iar în construcție, cuptoare industriale de mare capacitate destinate în special elaborării oțelului pentru cilindrii de laminat benzi la rece.

Aliajele neferoase turnate în piese se produc într-un număr mare de turnătorii de capacități

Fig. 8. Deșarjarea unui cuptor electric cu arc de 50 t capacitate.

mici răspîndite în toată industria constructoare de mașini, industria ușoară etc. Fac excepție de la aceasta turnătoriile unde se execută piese de serie ca : pistoane din aliaje de aluminiu pentru motoare, piese sanitare din aliaje de zinc, de aluminiu sau din alame etc., turnate static sau sub presiune în forme metalice.

În toate turnătoriile de aliaje neferoase de serie elaborarea se face în cuptoare cu inducție, cu creuzet la frecvență mijlocie, în cuptoare cu inducție cu frecvență joasă, cu canal și bazin de menținere (pentru turnare sub presiune) și în cuptoare cu creuzet basculant sau fix cu combustibil gazos.

În afară de aliajele standard pe bază de Cu, Al, Zn sau Mg, în turnătoriile de aliaje neferoase din industria noastră se toarnă și aliaje de performanță ca : aliajele de aluminiu cu cupru, magneziu și titan ($\sigma_r \geqslant 40$ daN/mm^2), alame cu mangan de înaltă rezistență ($\sigma_r \geqslant 70$ daN/mm^2 și $\delta \geqslant 2\%$), aliaje de tip stelit pentru turbine cu aburi și altele. Este necesară o diversificare și mai mare a aliajelor de aluminiu dat fiind creșterea în continuare a producției de aluminiu în lingouri.

Utilaje de turnătorie și mecanizări. Dezvoltarea turnătoriilor la capacitățile necesare industriei constructoare de mașini a impus crearea unei fabricații proprii de utilaje de turnătorie

începînd de la mașini și instalații de preparat amestecurile de formare și sfîrșind cu liniile automate de formare, turnare, curățare.

Într-adevăr, în ultimii ani, industria noastră constructoare de mașini produce mașini, utilaje și cuptoare pentru turnătorie, în serie, pe baza

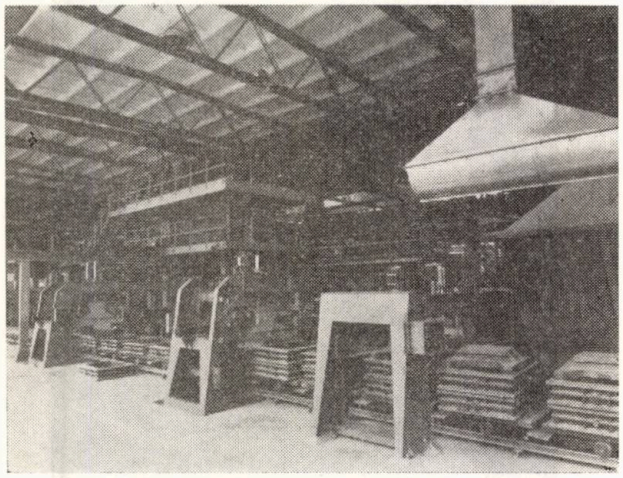


Fig. 9. Linie automată de formare pentru rame de 1 100 × 730 mm.

unor game tipizate stabilite în concordanță cu dezvoltarea noilor turnătorii. Astfel se produc :

— mașini de împușcat miezuri de la 2,0 la 80 l;

— mașini de format cu scuturare presare pentru rame de 500 × 400; 800 × 600 și 1 260 × 1 000 mm;

— mașini de format cu cap aruncător de la 12 la 40 m³/h, fixe și mobile;

— cubilouri cu Ø de la 600 la 1 300 mm;

— cuptoare cu inducție, cu creuzet, la frecvența rețelei de la 2 la 12,5 t/șarjă;

— melanjoare cu inducție de la 3 la 20 t capacitate;

— dezbătătoare de la 1 la 50 t sarcină;

— mașini de întors forme și extras modele de la rama de 600 × 500 la rama 2 000 × 1 700 mm;

— mașini continue de amestecat și miezuit de la 4 la 20 t capacitate;

— linii de formare automată cu rama de formare de 600 × 400 mm și 1 100 × 730 mm (fig. 9), precum și multe alte utilaje în serie mică : camere și tunele de alicare, amestecătoare de nisip, uscătoare de forme, miezuri și nisip etc.

Această gamă de mașini, deși variată și cuprinzătoare, nu poate satisface în continuare nevoile de echipare a noilor turnătorii ce se vor construi.

Este necesară tipizarea și diversificarea liniilor de formare — turnare, de miezuire și de curățare aceasta concomitent cu crearea utilajelor necesare activității de depoluare a atmosferei turnătoriilor.

Concluzii

Dezvoltarea producției de utilaje de turnătorie, ca și a liniilor automate de fabricație din procesul producției de piese turnate, trebuie să conducă, în final, la construirea de unități mari, specializate și cu eficiență economică ridicată.

Este rațional să se tindă la construirea de cît mai multe turnătorii independente, care să lucreze ca fabrici de piese turnate, aceasta fiind calea cea mai sigură pentru ca unitățile noi să atingă repede nivelele optime de fabricație.

Dr. ing. Șt. Mircea
Ministerul Industriei Metalurgice

Dezvoltarea producției de materiale refractare în R. S. România

CZ 666.76 : 001.892 (498)

Dezvoltarea în ritm susținut a industriei siderurgice, cît și a altor ramuri industriale care folosesc temperaturi ridicate, precum și intensificarea proceselor termice din agregatele industriale, a impus crearea și dezvoltarea industrici de materiale refractare în țara noastră.

Primele începuturi de fabricare a produselor refractare în țara noastră datează după primul război mondial însă o producție organizată a început abia după anul 1948, cînd s-au creat primele fabrici de produse refractare de șamotă, prin reprofilarea unor unități producătoare de materiale de construcții (cărămizi roșii, plăci de gresie, cahle de teracotă etc.), cum au fost fabricile „Ceramica"—Pleașa, „Industria ceramica"—Baru Mare, „Refractar"—Aleșd ș.a. Unele din aceste fabrici și în trecut produceau sporadic cărămizi de șamotă fasonate manual, fabricate din argile importate (Cehoslovacia și Germania), precum și din cantități reduse de argile refractare și nisipuri cuarțoase indigene. După anul 1948 aceste fabrici au fost modernizate și dotate cu utilaje specifice pentru producția de refractare, iar în anul 1949 a fost pusă în funcțiune și o unitate nouă, Fabrica „9 Mai"—Turda, profilată exclusiv pe fabricarea produselor refractare silica.

În anul 1953 a fost creată o stație centrală de șamotizare la Azuga, prin reprofilarea și modernizarea unei vechi fabrici de ciment, adoptîndu-se procedeul modern de șamotizare în cuptoare rotative, România fiind astfel una din primele țări din Europa care a introdus acest procedeu de șamotizare.

În continuare au fost dezvoltate și modernizate toate fabricile de produse refractare existente, iar în anul 1965 a fost pusă în funcțiune o nouă unitate modernă de fabricare a produselor refractare silico-aluminoase la Alba Iulia.

În paralel cu dezvoltarea capacităților de producție s-a trecut și la asimilarea de noi sortimente. Astfel, în perioada 1956—1958 a început și s-a extins la Azuga fabricarea șamotelor aluminoase prin înnobilarea argilelor refractare de la Anina, cu alumină calcinată sau bauxite indigene selecționate. Pe baza acestor șamote aluminoase și a electrocorindonului (fracții granulometrice excedentare la fabricarea produselor abrazive) s-a dezvoltat producția de cărămizi aluminoase și superaluminoase folosite în industria metalurgică.

Producția de cărămizi bazice a început foarte tîrziu în țara noastră din lipsa zăcămintelor de magnezită naturală. Extragerea oxidului de magneziu din dolomite, serpentine sau apă de mare, deși a făcut obiectul mai multor cercetări (începute cu mai mult de 20 de ani în urmă) totuși nu au putut fi concretizate pînă în prezent prin organizarea unei producții industriale.

Primele produse magnezitice au fost realizate la noi în țară în perioada 1956—1960 la fosta fabrică „Durabil" din Brașov, sub formă de cărămizi legate chimic, din deșeuri rezultate la demolarea cuptoarelor metalurgice. La scurt timp după aceasta (1959—1960) a început la fabrica „Proletarul"—Turda fabricarea produ-

Tabela 1

Anul	Silica, t	Silico-Aluminoase, t				Bazice, t					Total general, t
		Șamotă	Aluminoase (>40% Al_2O_3)	Termoizolante	Total	Magnezitice	Magneziocromitice	Cromomagnezitice	Blocuri dolomitice	Total	
1948	—	45 261	—	—	45 261	—	—	—	—	—	45 261
1950	5 039	81 804	—	—	81 804	—	—	—	—	—	86 843
1955	8 135	125 005	—	131	125 136	—	—	—	—	—	133 271
1960	20 744	154 279	12 524	797	167 600	1 580	—	—	—	1 580	189 924
1965	28 202	223 227	31 616	4 988	259 831	1 551	10 892	—	—	12 443	300 476
1966	27 780	244 574	34 279	3 531	282 384	3 006	11 212	—	—	14 218	324 382
1967	20 404	247 678	69 778	4 591	322 047	3 224	11 744	—	—	14 968	357 419
1968	26 187	257 917	97 116	5 677	360 710	3 344	10 871	—	—	14 215	401 112
1969	20 721	261 484	93 987	6 478	361 949	3 169	7 427	6 219	3 919	20 734	403 404
1970	25 764	261 456	105 878	6 511	373 845	3 037	8 780	10 847	13 773	36 437	436 046
1971	25 185	268 283	115 284	6 771	390 338	3 020	11 307	10 850	15 500	40 677	456 200
1972	27 491	288 049	135 825	6 610	430 484	2 903	13 145	10 855	15 945	42 848	500 823

selor magnezitice arse din magnezită sinterizată importată, iar în anul 1963 s-a pus în funcţiune la Dej prima secţie de produse bazice pentru cărămizi magneziocromitice arse, care, în anul 1969 şi-a extins producţia cu o nouă

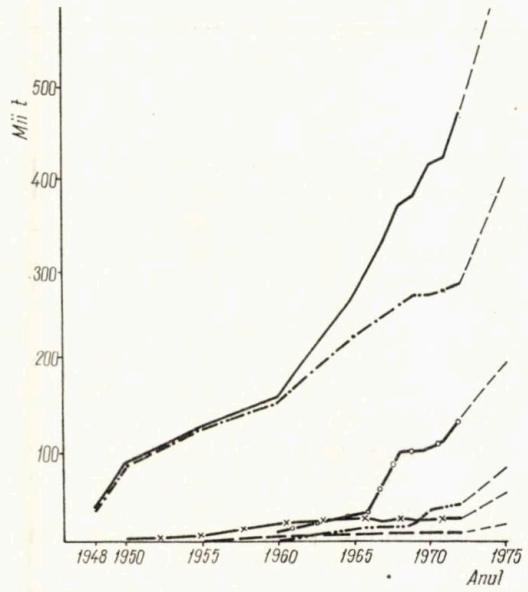


Fig. 1. Dezvoltarea producţiei de refractare, fasonate în R. S. România:
— — — termoizolante; × × × silica; —··— bazice;
○ ○ ○ aluminoase; —·— şamotă; ——— total.

linie tehnologică pentru fabricarea produselor cromomagnezitice arse.

Dezvoltarea producţiei de refractare în ţara noastră pînă în prezent şi perspectivele de dezvoltare în viitor (prognoza aparţine autorului) sînt prezentate în tabela 1 şi în figura 1.

După cum rezultă din datele prezentate în ultimii ani capacităţile de producţie a fabricilor de produse refractare s-au dezvoltat continuu, producţia s-a diversificat foarte mult în pas cu cerinţele dezvoltării ramurilor de producţie consumatoare, astfel că în prezent se asigură din producţia indigenă peste 95 % din necesarul de produse silicoaluminoase şi silica şi circa 40 % din necesarul de produse fasonate bazice. În tabela 2 se prezintă structura consumului de materiale refractare în R. S. România, în anul 1972.

Dintre produsele refractare de calitate superioară, realizate în ultimii ani, se menţionează:

— cărămizile şi blocurile aluminoase cu 45 şi 60 % Al_2O_3 — pentru furnale de mare capacitate;

— cărămizile superaluminoase cu 60 şi 70 % Al_2O_3 — pentru caupere de temperatură ridicată (temperatura aerului preîncălzit 1 100 — 1 200°C);

— cărămizile dense pentru căptuşirea oalelor de turnare a oţelului;

— cărămizile termoizolante, uşoare (cu densitatea 1,0—1,4 g/cm³) şi ultrauşoare (cu densitatea 0,5—0,9 g/cm³);

Tabela 2

Sortimentul	Total		
	t	%	
I. *Produse fasonate (cărămizi)*			
— silica	36 696	6,4	5,6
— şamotă, semiacide, antiacide	291 385	50,0	44,3
— aluminoase > 40 % Al_2O_3	138 855	24,1	21,2
— magneziene	89 603	15,5	13,7
— dolomitice	15 945	2,8	2,4
— termoizolante	7 230	1,2	1,1
Total cărămizi	579 714	100	88,3
II. *Produse nefasonate (mase)*			
— betoane	13 231	17,2	2,0
— mase plastice	8 009	10,4	1,2
— alte mase gran. şi pulver.	23 320	30,4	3,6
— mortare	32 121	42,0	4,9
Total mase	76 681	100	11,7
Total general	654 763	—	100

— blocurile dolomitice legate cu smoală pentru căptuşirea convertizoarelor cu oxigen etc.

În paralel cu dezvoltarea şi diversificarea producţiei de cărămizi refractare ca urmare a unor cercetări proprii s-au asimilat şi s-a dezvoltat producţia de materiale refractare nefasonate (mase şi betoane refractare). Astfel s-au asimilat o serie de betoane refractare aluminoase, cu temperaturi de utilizare între 1 300 şi 1 650°C, care îşi găsesc o largă utilizare la o serie de cuptoare industriale în special din industria metalurgică, folosirea lor conducînd la reducerea timpilor de execuţie a căptuşelilor refractare şi totodată la prelungirea timpului de funcţionare a agregatelor.

Ca urmare a îmbunătăţirii calităţii şi asimilării de produse noi de calitate superioară, precum şi datorită introducerii unor tehnologii moderne şi a unor agregate de mare capacitate în industria metalurgică, consumurile specifice de materiale refractare au avut o continuă scădere. În tabela 3 şi în graficul din figura 2 este reprezentată evoluţia consumurilor specifice de cărămizi refractare utilizate la elaborarea şi turnarea oţelului.

Trebuie arătat însă că nivelul consumurilor specifice realizate în prezent este încă destul de ridicat în comparaţie cu cel din alte ţări

Tabela 3

Procedeul şi sortimentul de refractare	1960	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Oţel Martin									
Cărămizi refractare :	53,8	52,4	50,6	46,8	45,5	43,5	42,1	38,0	37,7
— bazice	12,5	15,5	15,7	14,4	13,3	12,8	12,5	11,5	11,6
— şamotă	35,2	32,5	32,4	30,2	29,4	28,9	27,7	24,8	24,3
— silica	5,1	4,5	2,4	2,2	2,3	1,7	1,9	1,7	1,8
Magnezită granulată	2,8	3,1	3,3	3,0	2,9	2,8	2,8	2,8	2,6
Dolomită calcinată	—	32,0	—	30,0	—	27,1	26,8	26,0	—
Oţel electric									
Cărămizi refractare:	68,5	58,3	64,3	53,6	53,8	62,6	59,5	60,5	57,9
— bazice	18,0	16,1	17,6	14,1	14,2	14,4	13,7	16,0	15,3
— şamotă	34,0	27,8	33,7	29,2	24,4	37,7	35,0	32,5	32,3
— silica	16,5	14,3	13,8	10,3	15,3	10,5	10,8	12,0	10,3
Magnezită granulată	—	16,9	16,2	—	—	—	14,1	11,7	11,6
Dolomită calcinată	—	—	—	—	—	11,4	13,1	19,2	—
Oţel convertizor									
Cărămizi şi blocuri:	—	—	—	—	—	23,8	20,2	19,0	17,6
— blocuri dolomitice	—	—	—	—	—	10,3	8,3	7,7	6,8
— cărămizi bazice	—	—	—	—	—	1,5	1,2	1,0	1,0
— cărămizi şamotă	—	—	—	—	—	12,0	10,7	10,3	9,8
Mase de întreţinere	—	—	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5
Total oţel									
Cărămizi şi blocuri refractare	55,1	53,0	52,0	49,2	48,0	39,5	36,0	32,5	32,0

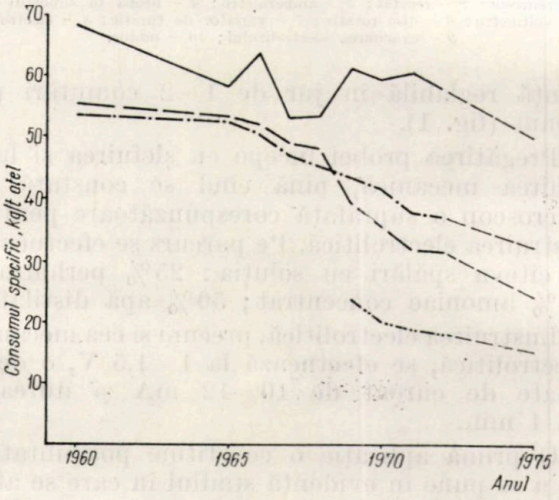


Fig. 2. Scăderea consumurilor specifice de cărămizi refractare utilizate la elaborarea şi turnarea oţelului : — — — oţel convertizor ; — · — · — oţel Martin ; ——— oţel electric ; — · · — total oţel.

cu industrie dezvoltată cum sînt : R. F. Germania, Japonia, S.U.A. etc.

Dezvoltarea în continuare a industriei metalurgice de la noi din ţară, cît şi a altor ramuri industriale, impune dezvoltarea corespunzătoare a industriei de refractare şi, în special, asimilarea unor sortimente noi de produse refractare cu calităţi deosebite.

La Fabrica de produse refractare Pleaşa — Ploieşti este în construcţie o secţie de mase şi betoane aluminoase şi cărămizi refractare speciale (mulitice, corindonice, carborundice etc.) care va asigura necesarul actual şi în perspectivă al economiei naţionale.

Este necesar însă ca şi în celelalte fabrici de produse refractare să se continue acţiunea de dotare cu utilaje moderne (prese de mare putere, cuptoare pentru temperaturi ridicate etc.) pentru a ridica întreaga producţie de materiale refractare la un nivel calitativ superior.

Contribuţii la studiul metalografic al pseudoaliajului sinterizat Ag—CdO pentru contacte electrice

Dr. ing. L. Botha
Institutul politehnic — Cluj

CZ 620.18 : 669.22'73

Metalurgia modernă oferă largi posibilităţi de asociere a doi sau mai mulţi componenţi solizi, fără ca aceştia să se alieze între ei. Materialele astfel obţinute se numesc pseudoaliaje şi prezintă proprietăţi avantajoase, mai ales atunci cînd componentul secundar este fin dispersat în masa formată din componentul principal, numit matrice.

Studiul metalografic al pseudoaliajului sinterizat din pulberi Ag—CdO prezintă importanţă deoarece constituie singura modalitate de apreciere a calităţii dispersiei oxidului de cadmiu în matricea de argint pur dar tehnica pregătirii probelor în acest scop este dificilă, din cauză că aliajele şi pseudoaliajele pe bază de argint nu pot fi pregătite prin simpla lustruire mecanică în vederea studierii lor la microscop.

Rezultatele ce se prezintă în cele ce urmează sintetizează cercetările efectuate asupra contactelor electrice sinterizate pe bază de Ag—CdO în producţia de serie după o tehnologie originală [1], [2], [3].

Lustruirea mecanică prin metoda obişnuită, practicată în studiul metalografic al probelor metalice, nu dă satisfacţie deplină în cazul produselor pe bază de argint deoarece prin lustruire mecanică materialul se lamineză şi acoperă anumiţi componenţi structurali mai duri, în special fazele disperse, cum este oxidul de cadmiu. Din acelaşi motiv este greu de pus în evidenţă chiar şi conturul cristalitelor fie ale argintului pur, fie ale aliajului Ag—Cd propriuzis (neoxidat). Situaţia de mai sus nu se remediază nici prin atacarea chimică a suprafeţei lustruite mecanic deoarece nu se cunosc reactivi potriviţi pentru atacul selectiv al acestor componenţi structurali.

Lustruirea electrolitică şi mai ales cea mecano-electrolitică remediază acest neajuns. Ele se pot realiza cu un electrolit fie pe bază de tiosulfat de sodiu, fie pe bază de cianuri. Cianurile, fiind toxice, sînt mai rar utilizate. În schimb compoziţia: 136 ml acetat de sodiu; 60 ml acid acetic; 320 ml tiosulfat de sodiu; 1 000 ml apă distilată oferă posibilităţi mai convenabile de utilizare.

Lustruirea mecano-electrolitică are avantajul că în cursul reacţiei electrolitice proba este supusă concomitent şi unei uşoare lustruiri mecanice, în urma căreia sînt îndepărtate produsele de reacţie de pe suprafaţa lustruită electrolitic. Această lustruire se realizează printr-un dispozitiv care produce rotirea discului pe care se află pîsla îmbibată cu electrolit. Totodată se poate adapta şi un comutator de polaritate a curentului continuu cu o frec-

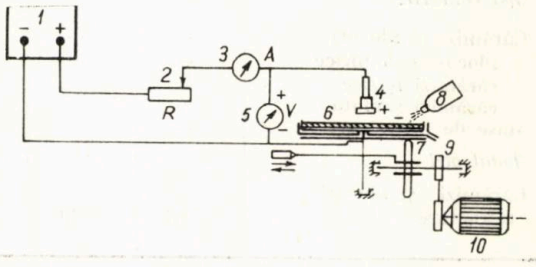


Fig. 1. Schema instalaţiei de lustruire mecano-electrolitică: *1* — redresor; *2* — reostat; *3* — ampermetru; *4* — proba în suportul ei; *5* — voltmetru; *6* — disc rotativ; *7* — variator de turaţie; *8* — electrolit; *9* — evacuarea electrolitului; *10* — motor.

venţă reglabilă în jur de 1—2 comutări pe minut (fig. 1).

Pregătirea probei începe cu şlefuirea şi lustruirea mecanică, pînă cînd se constată la microscop o suprafaţă corespunzătoare pentru lustruirea electrolitică. Pe parcurs se efectuează şi cîteva spălări cu soluţia: 25% perhidrol; 25% amoniac concentrat; 50% apă distilată.

Lustruirea electrolitică, precum şi cea mecano-electrolitică, se efectuează la 1—1,5 V, o densitate de curent de 10—12 mA şi durează 2—4 min.

O primă aplicaţie o constituie posibilitatea de a se pune în evidenţă stadiul în care se află la un moment dat procesul de oxidare a pulberilor din aliaj Ag—Cd. S-a stabilit că acest aliaj este utilizabil în electrotehnică pînă la 15% Cd, după ce soluţia solidă Ag—Cd este oxidată intern şi selectiv, devenind pseudoaliajul Ag—CdO.

Dat fiind că oxigenul se dizolvă la temperaturi înalte în argint fără să-l oxideze, acesta difuzează după o lege parabolică în matricea de argint. Pe măsura înaintării frontului de difuziune, cadmiul se oxidează, iar moleculele de CdO formează prin coalescenţă de tip OSTWALD incluziuni microscopice. Drept urmare se consideră că o granulă de aliaj Ag—Cd este complet oxidată atunci cînd frontul de difuziune a oxigenului ajunge pînă la centrul ei.

În figura 2 se prezintă o granulă de aliaj Ag—Cd cu o concentrație de 11% cadmiu, elaborată prin procedeul de pulverizare cu motorină [4]. Granula a fost supusă procesului de oxidare, pentru a se obține pseudoaliajul Ag—CdO. Proba a fost analizată metalografic,

Fig. 2. Granulă de aliaj Ag — Cd oxidată periferic 125 : 1.

Fig. 3. Argint sinterizat 250 : 1.

înainte ca procesul de oxidare să ajungă pînă la centrul granulei. Ca urmare se poate constata o zonă exterioară de pseudoaliaj, în care oxidul de cadmiu se află fin dispers în matricea de argint pur. În zona centrală se observă cristalitele aliajului Ag—Cd neoxidat, la care nu a ajuns frontul de difuziune a oxigenului din exterior, pentru a oxida cadmiul.

O altă aplicație de analiză metalografică o constituie aprecierea calitativă a dispersiei prin evaluarea mărimii incluziunilor și a uniformității distribuirii acestora în matrice. Rezultatele acestor aprecieri depind de puterea rezolutivă și de calitatea microscopului utilizat.

O tehnologie defectoasă de elaborare poate duce la obținerea unui pseudoaliaj cu incluziuni grobe și neuniform repartizate.

În figura 3 este reprezentată o structură de argint pur, iar în figura 4, o structură de pseudoaliaj Ag—CdO din care se elaborează contactele electrice sinterizate. Referitor la ultima figură, este de remarcat că dispare prin sinterizare conturul original al pulberilor care au servit drept materie primă. Structura din figura 4 se prezintă cu o dispersie deosebit de fină și de omogenă a oxidului de cadmiu în matricea de argint pur.

Figura 5 ilustrează un pseudoaliaj Ag—CdO de aceeași compoziție ca cea din figura 4. În materialul din figura 5, oxidul de cadmiu se prezintă dispersat mai grob și neuniform în matricea de argint.

Pentru ilustrarea superiorității lustruirii electrolitice față de lustruirea mecanică obișnuită se prezintă în figura 6 materialul ilustrat și în figura 5 dar lustruit numai mecanic prin metoda curentă în analizele metalografice.

Fig. 4. Pseudoaliaj Ag—CdO sinterizat 125 : 1.

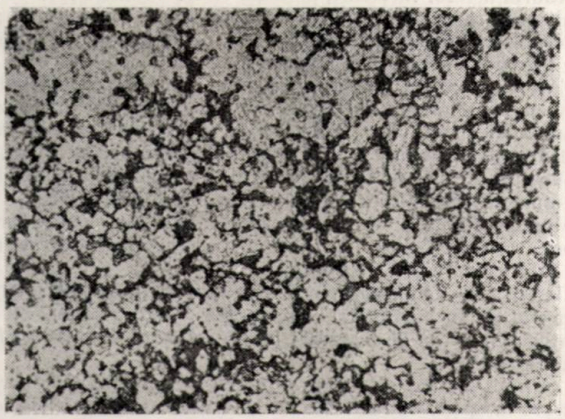


Fig. 5. Pseudoaliaj Ag — CdO lustruit și atacat mecano-electrolitic 215 : 1.

Fig. 6. Pseudoaliaj Ag—CdO lustruit mecanic 215 : 1.

Din cele arătate rezultă că pentru studiul metalografic al pseudoaliajului Ag—CdO lustruirea pe cale electrolitică sau mecano-electrolitică prezintă avantaje, permiţînd ilustrarea mai fidelă a calităţii dispersiei. Procedeul prezentat corespunde cu mici modificări de compoziţie, regim electric şi durată de atac şi pentru analiza metalografică a materialelor Ag—CdO—MgO, Ag—W, Ag—Mo, Ag—grafit etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] Botha L. *Teza de doctorat.* Inst. politehnic—Cluj, 1970.

[2] Domşa A., Botha L. ş.a. Brevet R.S.R. 52712/1970.

[3] Domşa A., Botha L. ş.a. Brevet R.S.R. 52039/1969.

[4] Domşa A., Berkovits S. ş.a. Brevet R.S.R. 51997/1968.

RECENZII

Heptner H. şi Stropper H. Magnetische und magnetinduktive Werkstoffprüfung (Încercarea magnetică şi magnetiductivă a materialelor). 3. überarbeitete und erweiterte Auflage — Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1972, 447 pag. 344 fig., 10 tabele şi 896 poziţii bibliografice.

Cerinţele pentru siguranţă deplină în construcţie şi fiabilitate ridicată în exploatare în perioada modernă de impetuoasă dezvoltare a tehnicii devin din ce în ce mai exigente. Tendinţa de a completa şi înlocui metodele clasice de încercare a materialelor cu altele bazate pe cele mai noi cunoştinţe din domeniul fizicii este foarte actuală, deoarece aplicarea acestora duce la economii de costuri şi personal datorită posibilităţilor de automatizare a proceselor de încercare şi de a obţine rapid şi precis informaţii asupra anumitor caracteristici ale materialelor, precum şi asupra defectelor în elementele componente ale construcţiilor. Aceste cerinţe sînt satisfăcute în mare măsură de încercările moderne nedistructive ale materialelor. În cadrul acestor încercări, pe lîngă tehnica razelor X (Roentgen), tehnica razelor gama şi încercarea cu ultrasunete, procedeele magnetice şi magnetinductive (folosind curenţii turbionar Foucault) ocupă un loc de prim rang.

Cartea recenzată este prima lucrare din literatura tehnică privind pe plan mondial, care face o prezentare cuprinzătoare a întregului domeniu privind procedeele de încercare nedistructivă magnetice şi magnetinductive. Aceste încercări au cîştigat în ultimii ani o importanţă crescîndă în controlul automat al calităţii produselor industriei siderurgice şi de prelucrare a metalelor, ca şi în cercetările legate de asimilarea fabricaţiei de noi aliaje. De aceea lucrarea umple un gol resimţit în literatura de specialitate.

Cartea este astfel concepută încît să fie utilă atît pentru expertul în specialitatea de încercare a materialelor, cît şi pentru personalul de încercare cu pregătire tehnico-ştiinţifică mai restrînsă.

Conţinutul bine sistematizat al cărţii contribuie în mare măsură la operativitatea cu care se obţin informaţiile şi indicaţiile necesare celui care o consultă.

Principalele capitole şi secţiuni ale cărţii sînt :

1. Introducerea ; Noţiuni fizice de bază ; 3. Procedeele bazate pe acţiunea liniilor de forţă ; 4. Procedeele bazate pe efectele inducţiei (procedee folosind curenţi turbionari) ; 5. Specificaţia aparatelor de încercare (cu caracteristicile lor principale) ; 6. Lista uzinelor producătoare (grupate pe 12 ţări cu industria mult dezvoltată) ; 7. Lista de standarde ale procedeelor de încercare (grupate pe 12 ţări) ; Bibliografia (are 896 de poziţii).

Lucrarea se găseşte la a 3-a ediţie, prelucrată şi lărgită corespunzător cu cele mai noi cunoştinţe tehnice şi ştiinţifice.

Autorii au renunţat la simpla descriere a proceselor, aparatelor şi dispozitivelor de încercare acordînd o deosebită importanţă punerii în evidenţă a limitelor de utilizare şi a influenţelor dăunătoare la efectuarea încercărilor industriale. Încercarea magnetică cu pulbere este tratată mai amănunţit prin faptul că se bucură în general de o largă utilizare. Ea se practică însă în multe cazuri fără grija şi precauţiile necesare. Acelaşi lucru rămîne valabil şi în ceea ce priveşte descrierea numeroaselor posibilităţi de aplicare a procedeelor cu curenţi turbionari. La acestea s-au avut în vedere indicaţiile publicate în literatură, precum şi experienţa cîştigată în practica mai multor ani.

Dat fiind că în activitatea de exploatare uzinală nu există prea multe posibilităţi de informare asupra ofertelor privind aparatele de încercare, autorii au prevăzut capitole separate în care prezintă aparatele de încercare mai importante cu specificarea destinaţiei, datelor caracteristice, echipamentului auxiliar şi producătorului. În ultimul capitol se dau standardele în vigoare în 12 ţări cu industrie mai dezvoltată.

Cartea recenzată se adresează în primul rînd inginerilor şi tehnicienilor din specialitatea de încercare a materialelor, cărora le oferă o privire de ansamblu asupra diverselor procedee şi a posibilităţilor de aplicare, precum şi indicaţii şi date utile pentru activitatea practică.

Cartea este utilă şi recomandabilă de asemenea pentru studenţii şi personalul didactic din institutele de învăţămînt tehnic de specialitate.

Mare număr de figuri şi diagrame care completează textul fac lucrarea deosebit de prezentabilă şi atractivă.

Ing. I. Franţiu

Depunerea aliajelor dure pe partea activă a brăzdarelor cu încălzire prin curenți de înaltă frecvență

Ing. O. Svetenco și ing. P. Săvulescu
Institutul de cercetări tehnologice pentru construcția de mașini — București

CZ 669.056.9 : 621.3.023

În prezent în țară plugurile lucrează cu brăzdare la care gura de tăiere este călită pătruns și parțial cu brăzdare armate cu aliaj dur (sormait) prin depunere cu flacără oxiacetilenică.

Călirea pătrunsă a tăișului brăzdarului este o operație curentă, ce se execută fie cu încălzire în cuptor (clasic), fie folosind încălzirea prin curenți de inducție. Efectul călirii este anulat după circa 4—5 ha arate, cînd este necesară o încălzire în vederea reascuțirii prin forjare.

În plus pentru această reascuțire este necesară demontarea de pe plug a brăzdarelor, ceea ce duce la o stagnare a lucrărilor agricole.

Avînd în vedere consecințele de mai sus, în atenția cercetătorilor a stat realizarea unui procedeu de tratare a brăzdarelor astfel încît o dată cu mărirea rezistenței la uzură să se realizeze autoascuțirea acestora, în acest fel eliminînd demontările pentru reascuțire. Pentru aceasta s-a propus și realizat încărcarea brăzdarelor cu aliaje dure pe partea inferioară, supusă uzurii maxime. Pînă în prezent această depunere s-a realizat manual cu flacără oxiacetilenică, procedeu greoi datorită consumului mare de manoperă (timp 15—20 min), materiale auxiliare (oxigen și acetilenă) și strat neuniform. Din această cauză tendința actuală este ca brăzdarelor să li se armeze tăișul cu materiale dure, în strat uniform, în scurt timp, cu consumuri minime de manoperă.

În urma cercetărilor efectuate la I.C.T.C.M. s-a reușit elaborarea unei tehnologii noi de depunere a aliajelor dure, cu curenți de înaltă frecvență, tehnologie care reduce consumul de manoperă și timpul de depunere, dînd un strat uniform și aderent.

Brăzdarele care se cer a fi durificate prin depunere de aliaj rezistent la uzura în sol sînt executate din profil laminat periodic din oțel marca OLC 60.

Materialele rezistente la uzură ce se pot depune prin topire cu curenți de înaltă frecvență sînt stelitul, relitul și sormaitul. Stelitul și relitul sînt materiale foarte scumpe, conțin elemente de aliere scumpe și deficitare, stratul, datorită faptului că materialul topit este vîscos, nu are aspectul și uniformitatea cerută. Din această cauză s-au făcut experimentări cu aliaje de tipul sormait. Sormaitul este un aliaj dur cu următoarea compoziție : 25—31% Cr ; 3—5% Ni ; 2,5—3,5% C ; 2,8—4,2% Si ; pînă la 1,5% Mn ; pînă la 0,08% S ; pînă la 0,08% P ; rest Fe. Temperatura de topire, 1 250—1 300°C.

În cadrul încercărilor efectuate, de mare importanță s-a dovedit a fi fluxul necesar dezoxidării suprafeței, precum și a atenuării fenomenelor ce se datorează cîmpului electromagnetic. Acest flux este format din acid boric tehnic (STAS 7954—67), borax tehnic (STAS 7756—67), silicat de sodiu solid tip A (STAS 2083—62) și silicocalciu (STAS 7036—64). Acest amestec se topește, se macină pînă la pulbere foarte fină, după care se amestecă cu aliajul dur de topit.

Pentru îmbunătățirea desprinderii zgurei după topire se poate adăuga la fluxurile cu bor flux de sudură AN—348A.

Din figura 1 se vede influența adaosului de flux de sudură AN—348A asupra gradului de desprindere a zgurei la diverse grosimi de strat de amestec.

După cum se vede din figura 1 creșterea cantității de flux de sudură duce însă la o mărire a duratei de încălzire, astfel că pentru un strat de 4,5 mm grosime, durata de încălzire crește pînă la 90 s. De mare importanță este, de asemenea, și gradul de amestecare al componenților fluxului.

În figura 2 se prezintă intervalul duratei optime de încălzire în vederea încărcării, în funcție de finețea amestecării acestor componenți.

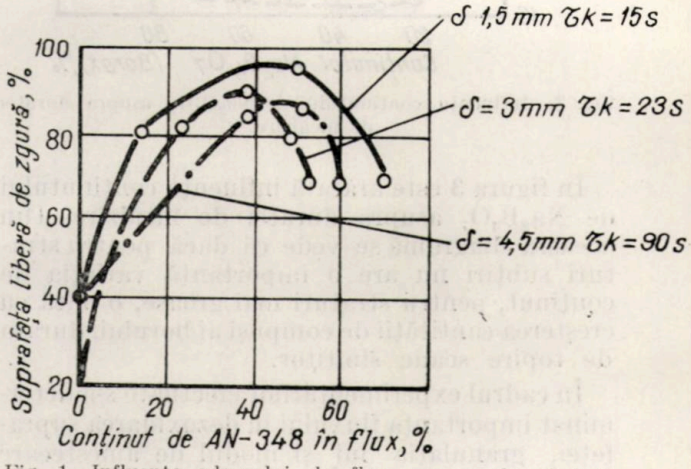


Fig. 1. Influența adaosului de flux asupra desprinderii zgurei.

Zona cuprinsă între curbele *1* și *2* este reprezentativă pentru o amestecare mecanică a componenților de fluxare, iar zona cuprinsă între curbele *3* și *4*, pentru o amestecare prin topire. Se vede clar avantajul amestecării prin

topire, cu care se acoperă un domeniu mai larg, ceea ce duce la o economie de flux și o posibilitate de reducere a duratei de încălzire.

Trebuie subliniat că sub curbele 2 și, respectiv, 4 nu se produc dezoxidări satisfăcătoare fiind necesară o cantitate de flux în plus.

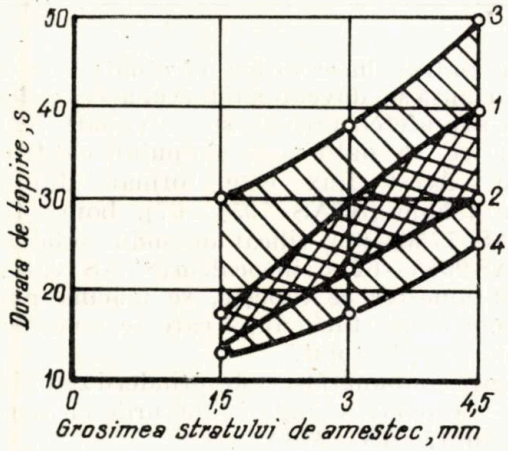


Fig. 2. Durata optimă de încălzire în funcție de finețea amestecării componenților.

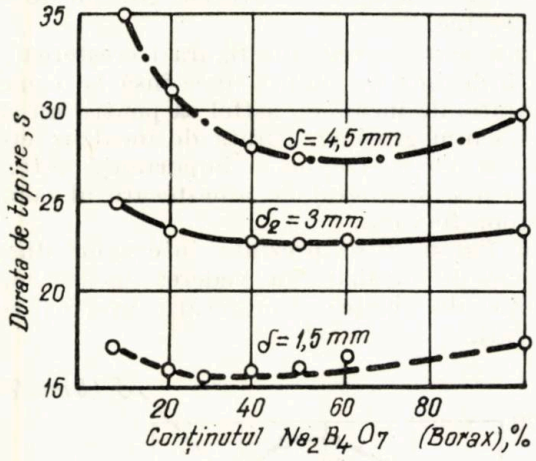


Fig. 3. Influența conținutului de $Na_2B_4O_7$ asupra duratei de încălzire.

În figura 3 este arătată influența conținutului de $Na_2B_4O_7$ asupra duratei de încălzire. Din această diagramă se vede că dacă pentru straturi subțiri nu are o importanță variația de conținut, pentru straturi mai groase, o dată cu creșterea cantității de compuși ai borului, durata de topire scade simțitor.

În cadrul experimentărilor efectuate s-a determinat importanța fluxului în dezoxidarea suprafeței, granulația lui și modul de amestecare (mecanic sau topit). În afară de acestea, foarte important în timpul experimentărilor s-a dovedit a fi gradul de viscozitate al fluxului deoarece datorită fenomenelor de respingere a masei topite de cîmpul electromagnetic, care sînt foarte puternice și dacă acest flux topit are un grad mic de viscozitate, masa topită este înlăturată de pe zona de depunere.

Astfel s-a stabilit experimental, funcție de cele arătate mai sus, compoziția fluxului (tabela 1).

Dimensiunile granulelor de sormait au, de asemenea, importanță în obținerea unui mod

Tabela 1

Grosimea stratului de amestec, mm	Sormait nr. 1, %	Anhidridă borică, %	Borax, %	Silico-calciu, %
1,5	82	10	5	3
3	85	7,5	5	2,5
4,5	88	5	5	2

de topire corect, astfel încît granulele de sormait să ajungă în contact cu suprafața brăzdarului și, în același moment, să se topească, fiind o interdependență între cantitatea de flux și dimensiunea granulelor (fig. 4).

Din figura 4 se observă că, cu cît granula de sormait este mai mică, cu atît grosimea stratului trebuie să fie mai mică deoarece dacă stratul este mai gros granula nu are timp să se topească și să ajungă în contact cu suprafața depunerii. Pentru aceleași considerente conținutul de flux în amestec poate să crească pentru grosimi mai mici, întrucît granula parcurge drumul spre suprafața depunerii în această situație.

Din punct de vedere al compoziției aliajului dur, acesta este un aliaj terțiar Fe—C—Cr, cu un adaos de Mn și Si.

Din diagrama terțiară Fe—C—Cr, la un conținut de 30% Cr se observă trei faze carbidice :

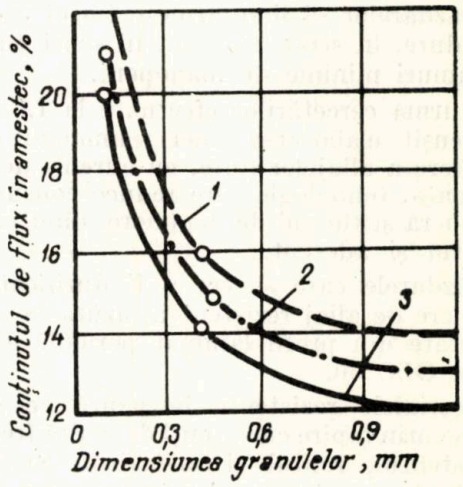


Fig. 4. Cantitatea de flux în funcție de mărimea granulelor și grosimea stratului de amstec.

— $Cr_{23}C_6$ — carbură cubică de crom cu parametrii rețelei de 0,65 Å, în care se poate dizolva 10—15% Fe ;

— Cr_7C_3 — carbură trigonală de crom, în care se poate dizolva 30—50% Fe, micșorînd duritatea ;

— Fe_3C — carbură tip cementită, în care se dizolvă pînă la 20% Cr.

În aceste carburi pot fi dizolvate și alte elemente de aliere ca Ni, Mo, V, W; nu se dizolvă Ti și Nb.

La răcire se produc trei transformări: una pereutectică și două de fază și anume:

$\alpha + \text{Lichidus} \rightleftarrows Cr_{23}C_6 + \gamma$ (1 275°C)

$Cr_{23}C_6 + \alpha \rightleftarrows Cr_7C_3 + \gamma$ (1 225°C)

$Cr_7C_3 + \alpha \rightleftarrows Fe_3C + \gamma$ (1 175°C)

În stare solidă se produc două transformări:

$\alpha + Cr_7C_6 \rightleftarrows \gamma + Cr_{23}C_6$ (795°C)

$\alpha + Fe_3C \rightleftarrows \gamma + Cr_7C_3$ (760°C)

Se vede că în stare solidă echilibrul este împins spre dreapta spre domeniul austenitic. Asupra pozițiilor punctelor critice o mare importanță o au nichelul și manganul, care nu formează combinații stabile cu carbonul dar se găsește în soluție solidă. Sub influența acestor elemente se lărgește domeniul γ și crește stabilitatea austenitei. Punctul eutectic al aliajelor Fe—C—Cr se deplasează spre stînga diagramei. Astfel, dacă la un aliaj cu 1,8% Cr punctul eutectic este de circa 3,5% C, la o introducere de 4% Ni punctul se deplasează la 0,95% C, iar la 8% Ni, la 0,7 % C.

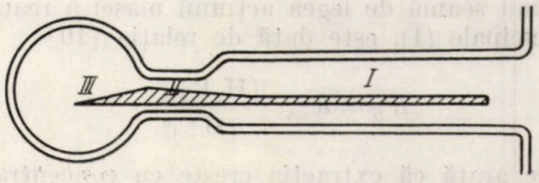


Fig. 5. Inductorul pentru topirea amestecului.

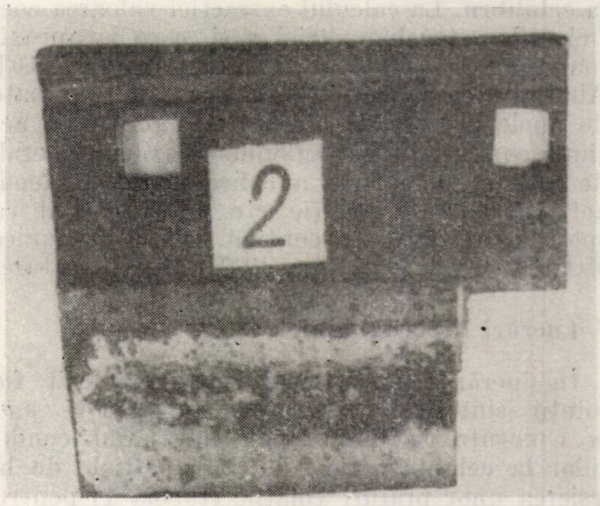


Fig. 6. Aspectul stratului depus 2 : 1.

Se observă clar influența adaosului de nichel. Astfel, cum nichelul este un element deficitar, s-a căutat reducerea conținutului de nichel (3—5%) prin creșterea conținutului de crom, carbon și a scăderii siliciului, ajungîndu-se la 1—1,8% Ni. Experimentările au avut ca scop realizarea, pe suprafața brăzdarelor, a unui strat de sormait pe lățimea de 30—35 mm de la tăișul lamei, aderent și uniform cu grosimea 1,7—2 mm pe toată lungimea brăzdarelor (500 mm). Încercările s-au efectuat pe o instalație de 70 kHz tip LGZ—200 cu o putere instalată de 200 kW. Inductorul a fost construit astfel încît să țină cont de forma variată a brăzdarului (fig. 5), respectînd același timp de încălzire pe cele trei zone cu grosimi diferite.

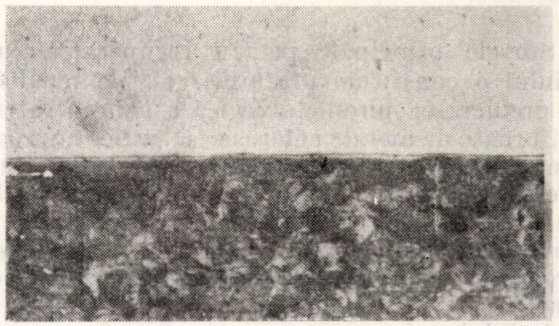


Fig. 7. Structura metalografică în secțiunea încărcată × 100.

S-a stabilit în final o tehnologie de depunere, care cuprinde următoarele operații:

— pregătirea fluxului conform rețetei;

— pregătirea amestecului flux-aliaj dur;

— depunerea unui amestec de flux - aliaj dur de grosime 4 mm pe brăzdar;

— introducerea în inductor și pornirea instalației (instalația este de 200 kW, frecvența 64—70 kHz, tip LGZ—207 din U.R.S.S.);

— încălzirea în inductor la 1 270—1 300°C, timp de 40 s;

— oprirea încălzirii, punerea brăzdarului în poziția de așteptare, în vederea solidificării, 10 s;

— depunerea brăzdarului pe bandă, în vederea răcirii.

Aspectul stratului depus se poate vedea în figura 6; uniformitatea și aspectul curat al depunerii sînt cele dorite.

Executîndu-se analiza de duritate pe probe prelevate din zone ale brăzdarului s-a remarcat o duritate de 56—60 HRC, aderența fiind bună datorită zonei de trecere în care se vede o difuzie a aliajului dur în materialul brăzdarului pe circa 0,02 mm (fig. 7), ceea ce înlătură eventualele exfolieri ale stratului dur.

În concluzie, noua tehnologie rezolvă problema timpului de lucru, reduce consumurile de materiale auxiliare, strat curat, uniform, aderent, condiții optime de muncă.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Perfecționarea brăzdarelor de plug în ultimii ani.* Vritz Landmaschinen Markat, nr. 1, 1966, R. F. Germania.

[2] Tomescu B. *Mărirea rezistenței la uzură a organelor active de la mașinile agricole de lucrat solul.* București, Ed. Agro-Silvică, 1966.

[3] * * * Tehnica v vselskom hozeaistve, nr. 7, 1969.

Extracția lichid-lichid a cadmiului și zincului din soluții sulfurice cu acizi carboxilici

Ing. A. Cornea, dr. ing. T. Segărceanu și ing. Mariana Giurgea
Institutul de proiectări și cercetări pentru industria metalelor neferoase și rare — București

CZ 669.733.23

Sursele principale pentru recuperarea cadmiului o constituie prafurile volatile rezultate la prelucrarea pirometalurgică a concentratelor sulfuroase de metale neferoase și turtele cuproase din hidrometalurgia zincului. La prelucrarea acestor surse de cadmiu prin diferite procedee de solubilizare se obțin niște soluții care, pe lîngă alte impurități, mai conțin și arsen. Prezența arsenului în aceste soluții ridică cele mai dificile probleme din tehnologia obținerii cadmiului prin crearea unei atmosfere toxice și inflamabile la operațiile de electroliză sau de cementare. Metoda cea mai eficientă pentru separarea prealabilă a arsenului de restul metalelor din soluție (Cd, Zn, Cu, Fe etc.) este metoda schimbătorilor lichizi sau solizi de ioni. Arsenul, aflat în soluție sub formă anionică, nu este reținut de un schimbător de cation, care în mod selectiv reține numai metalele aflate sub formă cationică. Cei mai de seamă schimbători lichizi de cationi, folosiți ca agenți de extracție, sînt compușii acizi organo-fosforici, acizii grași și acizii naftenici [1], [2], [3].

Extracția metalelor cu acizi carboxilici și-a găsit unele aplicații atît analitice [4], [6], cît și tehnologice [1], [2], [7], [8]. Atît acizii naftenici, cît și acizii grași sînt produse comerciale și au o selectivitate satisfăcătoare.

În literatură au apărut unele studii atît asupra distribuției la echilibru a unor metale între cele două faze lichide [9], [10], cît și asupra condițiilor de extracție a metalelor din soluția cu mai mulți componenți [1], [2], [8], [11].

Lucrarea de față cuprinde rezultatele cercetărilor întreprinse pentru recuperarea cadmiului și zincului din apele de spălare și din soluțiile de la lesierea prafurilor volatile, rezultate în procesul de aglomerare a concentratelor plumbo-zincoase, aplicînd metoda de extracție lichid-lichid cu acizi carboxilici. Studiul prezintă distribuția metalelor la echilibru între o soluție apoasă de acid sulfuric și o soluție organică de acizi grași sau naftenici, condițiile de extracție a Cd și Zn din soluții industriale și rezultatele lucrărilor pe o instalație pilot experimentală.

Din studiul cineticii procesului de extracție a metalelor cu acizi carboxilici [1], [2], [8], [10] rezultă că mecanismul trecerii unui metal dintr-o fază lichidă în cealaltă este legat de o reacție de schimb cationic. Agentul de extracție, acidul carboxilic, se poate folosi fie sub forma acidului liber RH, fie sub forma unui amestec de acid liber și o sare alcalină a acestuia RMe, dizolvat într-un diluent organic inert. Extracția unui metal aflat într-o soluție apoasă sub formă de cation este aceeași la echilibru, indiferent sub ce formă se găsește inițial agentul de extracție.

Ținînd seamă că acidul carboxilic este dimerizat în diluenți nepolari, extracția prin schimb de cationi se poate prezenta prin reacția:

$$(Me^{+n})_a + \frac{m}{2}(H_2R_2)_0 \rightleftharpoons (MeR_n(m-n)RH)_0 + n(H^+)_a \quad (1)$$

Carboxilanții formați sînt solubili în excesul de acid din faza organică, formînd agregate micelare, și sînt insolubili în faza apoasă.

Reacția (1) decurge la limita de separare a fazelor și reprezintă un mecanism simplificat care mai poate fi însoțit de unele reacții secundare, cum ar fi reacțiile de hidratare.

Valoarea coeficientului de distrbuție $K_{D'}$, ținînd seamă de legea acțiunii masei a reacției principale (1), este dată de relația [10]:

$$K_D = K_{ech} \cdot \frac{[H_2R_2]_o^{m/2}}{[H^+]_a^n} \quad (2)$$

care arată că extracția crește cu concentrația agentului de extracție și cu pH-ul soluției apoase la echilibru. La calculul extracției valoarea coeficienților stoechiometrici n și m se ia aproximativ egală cu valoarea ionului metalic [10]. Abaterile de la aceste valori sînt determinate de unele procese de hidratare a ionilor de acțiune complexantă a anionilor acizilor minerali de folosire în calcule a concentrației în locul activităților din soluție etc. Este posibil ca speciile extrase să conțină grupe cationice $MeCl^{2+}$, MeO^+ sau grupe (OH^-) de hidratare.

Lucrări experimentale

În lucrările experimentale s-au folosit fie soluții sintetice preparate din reactivi *p.a.* la concentrația dorită pentru studiul condițiilor la echilibru, fie soluții industriale de la lesierea unor prafuri volatile (tabela 1) pentru stabilirea condițiilor de extracție. Faza organică s-a preparat prin dizolvarea acizilor naftenici sau acizilor grași în petrol lampant (tabela 2).

În lucrările de laborator, contactarea celor două faze lichide pentru echilibrare s-a realizat în pîlnii de separare de 250 ml prin agitare mecanică. Reglarea pH-ului final de extracție s-a făcut prin adaos de Na_2CO_3. După agitarea

Tabela 1

Caracteristicile	Ape de la spălare gaze	Soluții leșiere prafuri-volat	Soluții leșiere oxizi de Zn, Cd
Compoziția, g/l			
Cd	0,3 — 2	3 — 8	18 —25
Zn	0,6 — 1,5	0,7 — 2,9	25 —45
Fe	0,01 —0,15	0,1 — 0,2	0,2 — 2
Cu	0,01 — 0,1	0,004 — 0,06	—
As	0,01 — 0,2	0,2 — 0,5	0,1
Pb	0,014	0,01	
Se	0,0	0,04 — 0,06	—
Te	0,0	0,05 — 0,07	—
Ge	0,001	0,005	—
Fl	0,01 — 0,2	0,02	0,2 — 0,5
In	0,001	0,005	0,5 — 1,5
Mn	—	0,1 — 1,0	—
Ca	0,14	0,1 — 0,24	—
SO_4^{2-}	10 —15	18 —35	—
Cl^-	0,5 — 3,5	0,5 —32	—
Densitatea	1,01 — 1,02	1,02 — 1,1	1,20
Aciditatea, *p*H	1,5 — 2,5	0,5 — 1,5	0 — 0,5
Viscozitatea, cP	1,1	1,2	1,25

Tabela 2

Denumirea	I_H, mgKOH/g	d_4^{25}, g/cm³	η, CP	M, med.
Acizi naftenici distilați, STAS 6111-59 cal. II	240—251	0,973	227,95	230
Acizi grași $C_5—C_9$	390	0,906	—	130—150
Acizi grași $C_{12}—C_{16}$	264	0,897 (26,8°C)	—	195
Petrol lampant purificat și distilat fracț. 165—255	—	0,805	1,24	155

și decantarea fazelor s-a determinat repartiția metalelor în rafinat și extract. Reextracția metalelor din faza organică s-a făcut cu soluții acide, în așa fel ca în reextract să se mențină un exces de 10—20 g/l H_2SO_4 liber.

Pentru a putea folosi concentrațiile în locul activităților s-au preparat soluții sintetice cu tăria ionică egală, prin adăugarea de Na_2SO_4 sau $NaNO_3$.

Lucrările preliminare au stabilit influența timpului de contact și a temperaturii fazelor lichide asupra procesului de extracție. S-a constatat (fig. 1) că extracția metalelor crește cu timpul de contact. În special la extracția Fe^{3+}, Al^{3+} și Sn^{4+} echilibrul se stabilește numai la o oră timp de contactare, iar la celelalte metale, după 10 min timp de contactare.

Cu toate că creșterea temperaturii fazelor lichide favorizează extracția metalelor (fig. 2) s-a preferat studierea distribuției acestora la temperatura camerei deoarece aceasta este mai comodă și accesibilă în instalațiile industriale.

Studiul extracției metalelor s-a făcut în funcție de concentrația reactanților, de natura agentului de extracție și de natura anionilor prezenți în faza apoasă.

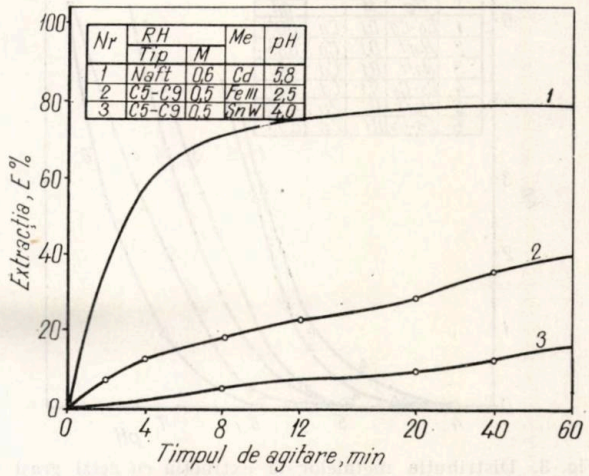


Fig. 1. Variația extracției metalelor în funcție de timpul de agitare a fazelor lichide.

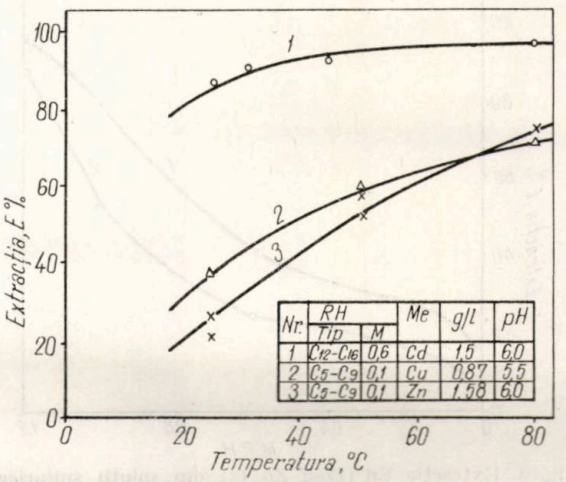


Fig. 2. Variația extracției metalelor în funcție de temperatura fazelor lichide.

Rezultate experimentale

Influența naturii acidului carboxilic. În figura 3 sînt prezentate comparativ curbele distribuției unor metale în funcție de *p*H, folosind ca agent de extracție fie acizii naftenici, fie acizii grași. Curbele distribuției au relativ același aspect, iar capacitatea de extracție a celor doi acizi carboxilici este apropiată. Acidul gras este mai reactiv decît acidul naftenic, ceea ce îl face mai potrivit pentru extracția metalelor cu rază ionică mică, cum sînt Fe^{3+}, Al^{3+}, Sn^{4+}. În schimb, acidul naftenic deși are o greutate moleculară mai mare, în extracție nu manifestă tendință de formare de emulsii.

Influența concentrației acidului carboxilic. Curbele din figura 4 arată că extracția Cd și Zn crește cu concentrația acidului naftenic.

Concentrația necesară fazei organice se poate calcula conform reacției (1), care arată că pentru

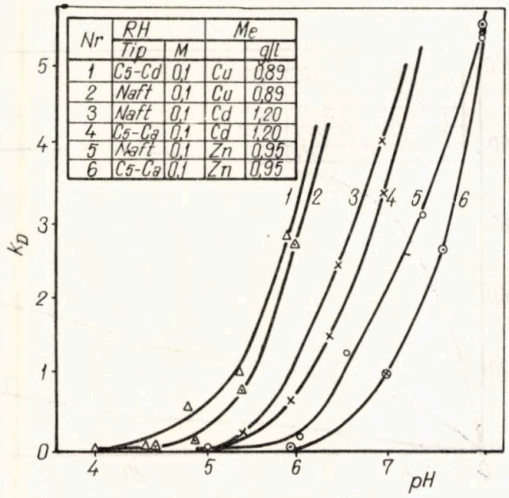


Fig. 3. Distribuția metalelor la extracția cu acizi grași și acizi naftenici.

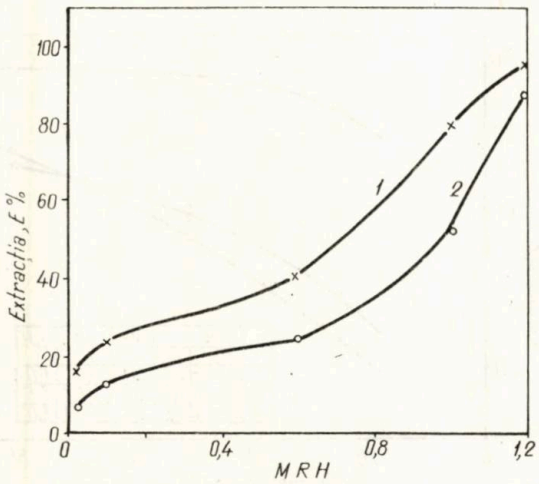


Fig. 4. Extracția Cd (*1*) și Zn (*2*) din soluții sulfurice la *p*H final 6, în funcție de concentrația acidului naftenic: *1* — 1,5 g/l Cd; *2* — 1,2 g/l Zn.

1 mol Me sînt suficienți 4 moli RH. S-a constatat practic că la o concentrație mai mare de 1,2 M acizi naftenici și de 4 M acizi grași în petrol amestecarea fazelor nu se mai face bine din cauza creșterii viscozității, ceea ce implică o prelungire a timpului de contactare a fazelor.

Influența acidității. Cea mai mare influență asupra extracției metalelor o manifestă valoarea acidității fazei apoase. Fiecare metal are un domeniu de *p*H optim de extracție, care corespunde aproximativ cu *p*H-ul de hidroliză. Metalele cu caracter mai acid se extrag la valori mai mici ale *p*H-ului, iar cele cu caracter alcalin, la valori mai mari, constituind astfel o ordine de extracție a metalelor în funcție de *p*H. În seria metalelor (fig. 5) Sb^{3+}, Fe^{3+}, Pb^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, Zn^{2+} se pot obține aceleași randamente de extracție pe măsură ce valoarea *p*H-ului soluției apoase crește.

În figura 6 sînt prezentate diagramele unor metale care în soluție apoasă se găsesc de preferință sub formă anionică. Aceste grupări anionice (AsO_3^-, AsO_3^{3-}, $GeXi(OH)_{4-i}$, GeO_3^{2-}, TeO_3^{2-} SbO_2^-, $V_2O_5 \cdot iH_2O$ etc.) nu se extrag cu acizi carboxilici deoarece nu are loc relația de schimb. Prezența acestor metale cu caracter acid în faza organică în cantități mici la valori ale *p*H-ului mai mare ca 3 se explică numai prin simpla antrenare a acestora.

Influența anionilor SO_4^{2-} și Cl^-. Dat fiind faptul că în soluțiile industriale se găsesc ioni SO_4^{2-} și Cl^-, s-a studiat influența acestora asupra distribuției Cd și Zn, iar rezultatele sînt prezentate în figura 7. Se observă că fiecare metal se extrage într-un anumit domeniu de *p*H, care poate fi deplasat spre valori mai mari sau mai mici, în funcție de anionul Cl^- sau SO_4^{2-} prezent în faza apoasă. Astfel extracția este deplasată spre

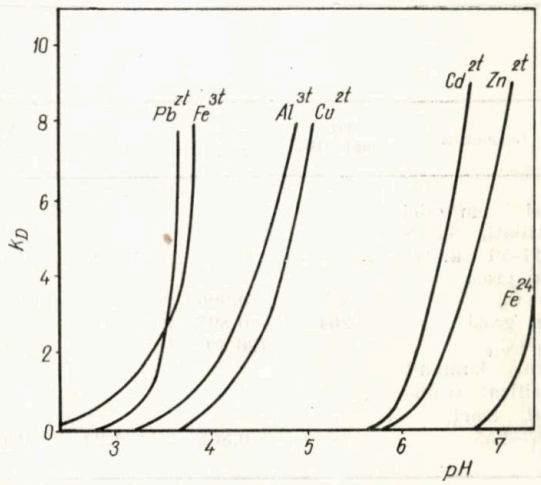


Fig. 5. Distribuția metalelor în funcție de aciditatea soluției apoase în mediu de H_2SO_4.

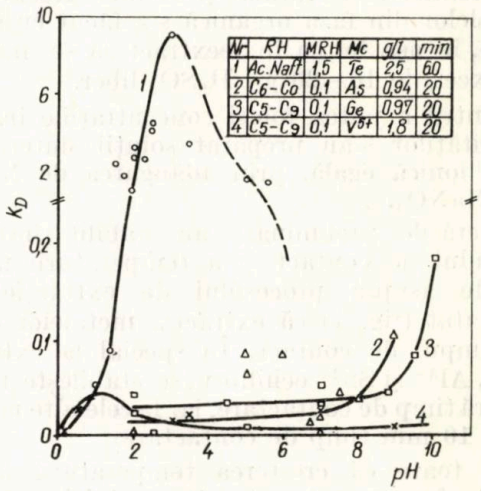


Fig. 6. Distribuția metalelor în funcție de aciditatea soluției apoase în mediu de H_2SO_4.

valori mai mici ale *p*H-ului ale soluțiilor de $CdSO_4$ și $ZnCl_2$. Această deplasare poate fi atribuită stabilității diferite a complecșilor metalici de cloruri și sulfați din faza apoasă și oferă o posibilitate de separare a metalelor.

Din cele prezentate rezultă că parametrul cel mai important pentru extracția metalelor

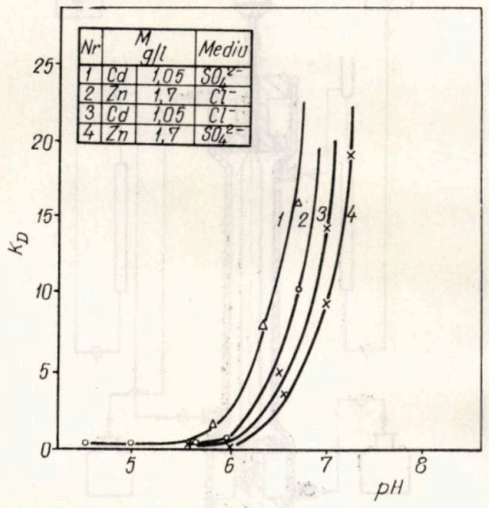


Fig. 7. Distribuția Cd și Zn în funcție de *p*H în mediu de cloruri și sulfați. Soluție organică, 01M acizi naftenici.

este valoarea *p*H-ului soluției apoase, care permite atît separarea metalelor unul de celălalt, cît și creșterea randamentului de extracție.

Distribuția metalelor între faze mai poate fi influențată și de concentrația agentului de extracție, de concentrația metalelor și de prezența anionilor complexanți din faza apoasă.

Lucrări pentru soluții industriale

Soluțiile reale cu caracteristicile prezentate în tabela 1 au fost experimentate pentru extracția Cd și Zn atît în laborator, cît și în instalațiile pilot în flux continuu.

Lucrările de laborator au urmărit compararea rezultatelor extracției soluțiilor reale cu a celor sintetice și s-au efectuat în mod dinscontinuu în pîlnii agitate pînă la realizarea echilibrului. Rezultatele sînt prezentate în figurile 7 și 8. Soluțiile s-au adus la *p*H-*ul* apropiat de valoarea 5, separîndu-se astfel de Fe^{3+}, Al^{3+}, Cu^{2+}, In^{3+} și, în consecință, aceste metale nu au mai fost urmărite. Aceste metale pot fi îndepărtate, de asemenea, din soluții printr-o extracție preliminară la *p*H = 4,6.

Forma curbelor de extracție a Cd și Zn este asemănătoare cu cea a soluțiilor sintetice, cu deosebirea că domeniul *p*H-ului de extracție este mai puțin distinct (fig. 7), iar prezența ionilor complexanți de clor și fluor determină o inversiune accentuată a extracției față de seria stabilită pentru extracția metalelor din mediul de SO_4^{2-} (fig. 8).

Din punct de vedere tehnologic este avantajoasă o extracție colectivă a Cd și Zn la *p*H = = 6,0—6,5 și separarea lor atît de metalele care hidrolizează pînă la *p*H 4,5 (Fe^{3+}, Al^{3+}, Sn^{4}, Cu^{2+}), cît și de metalele incluse în forme anionice, cum este As, Se, Te etc.

Pe baza rezultatelor experimentărilor de laborator s-a elaborat fluxul tehnologic de extracție prezentat în figura 10 și s-a construit o instalație pilot experimentală cu o capacitate de prelucrare de 40—70 l/h soluții industriale.

În principal această instalație a constat dintr-o coloană cu tambur rotativ și una cu agitator cu palete și trepte suprapuse, al căror ansamblu este prezentat în figurile 11 și 12. Construcția instalației a fost realizată în așa fel ca să corespundă lucrărilor cu solvenți organici.

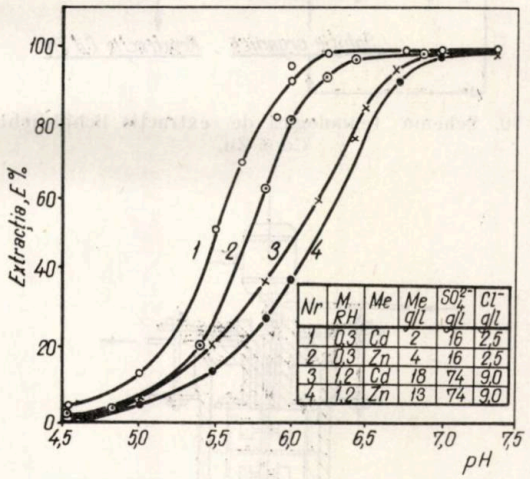


Fig. 8. Extracția Cd și Zn cu acizi naftenici din soluții sintetice *(1)*, *(2)* și industriale *(3)*, *(4)* în funcție de *p*H-ul la echilibru.

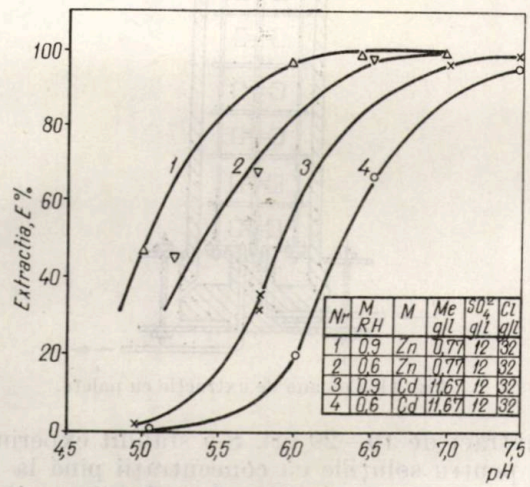


Fig. 9. Extracția Cd și Zn cu acizi naftenici din soluții industriale care conțin clor.

Reglarea *p*H-ului s-a făcut prin adaos de CaO sau Na_2CO_3 10—20 g/l de soluție organică, iar extracția s-a efectuat cu o soluție 1—2 M H_2SO_4, în funcție de concentrația metalelor. Studiul

extracției și reextracției Cd și Zn s-a făcut în funcție de turația agitatorului, de raportul volumetric A : O, de valoarea *p*H-ului. Raportul volumetric dintre faze s-a ales astfel ca în final să se obțină o concentrare a metalelor în

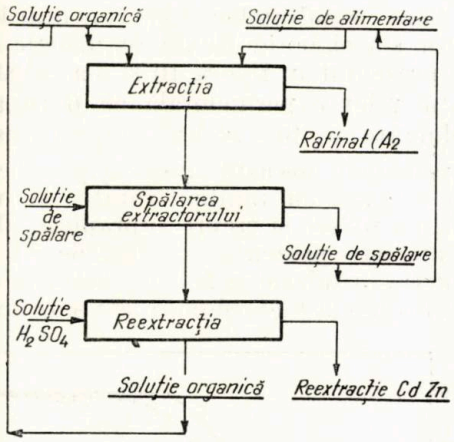


Fig. 10. Schema tehnologică de extracție lichid-lichid a Cd și Zn.

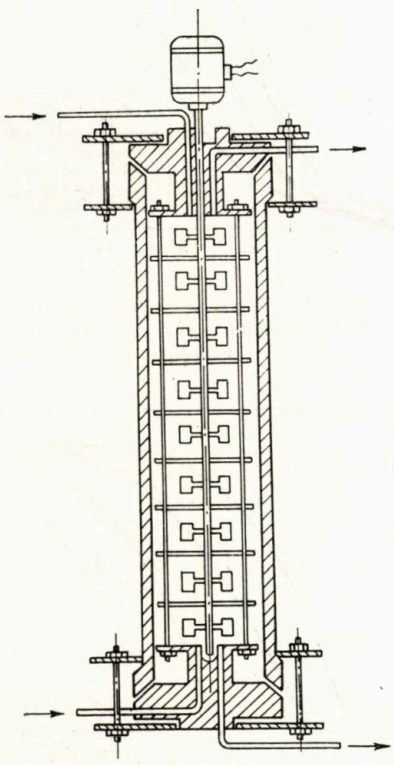


Fig. 11. Coloana de extracție cu palete.

reextract de 10—20 ori. S-a stabilit experimental pentru soluțiile cu concentrații pînă la 10 g Me/l că numărul treptelor de extracție la *p*H = 6,5—6,6 este egal cu 5, iar pentru reextracție este egal cu 4, pentru a realiza un randament de 98 % pentru fiecare operație (fig. 13).

Experimentările în instalația pilot au confirmat rezultatele obținute în laborator; rezultatele vor fi prezentate într-o lucrare viitoare.

La extracția unor soluții reale cu conținuturi de Cd și Zn s-a obținut reextractele cu caracteristicile prezentate în tabela 3. Randamentele de extracție au fost de 92—96 % pentru Cd și 90—94 % pentru Zn. Aceste soluții au fost

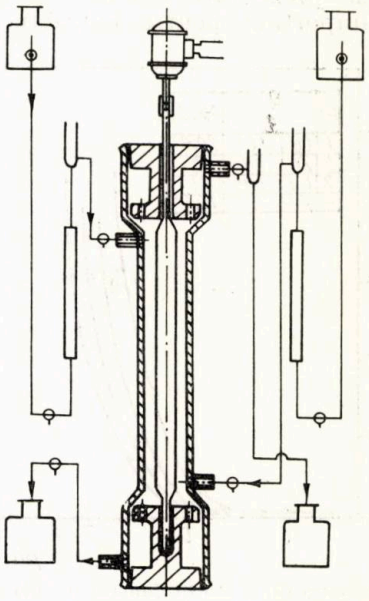


Fig. 12. Coloana de extracție cu tambur rotativ.

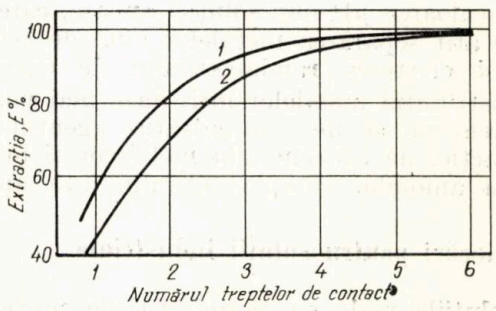


Fig. 13. Extracția Cd (*1*) și Zn (*2*) din soluții industriale cu acizi naftenici 1,2 M. Soluția apoasă : *p*H = 6,5; Cd = 4,7 g/l; Zn = 2,9 g/l.

Tabela 3

Caracteristicile	Tipul soluțiilor de alimentare	
	Ape și soluții de la leșierea prafurilor volatile aglomerare (0,3 — 6 g/l Cd)	Alte soluții bogate în Cd (5 — 20 g/l)
Concentrația, g/l		
Cd	1,5 — 30	25 — 70
Zn	10 — 20	20 — 60
Fe	0,1 — 1,0	1 — 3
Ca	2 — 4	1 — 3
Na	2 — 5	5 — 8
Cu	0,1 — 1,0	0 — 0,1
As	0,0 — 0,01	0 — 0,01
Fl	0,0 — 0,01	—
In	0,02 — 0,2	—
Se	0,01	—
Te	0,04	—
Aciditatea, *p*H	0,5 — 2,0	0,5 — 1,5
Densitatea, d	1,20 — 1,30	1,30
Viscozitatea, cP	1,1	1,40

prelucrate, în continuare, prin procedeele cunoscute de cementare a Cd și de cristalizare a $ZnSO_4$.

Concluzii

S-a studiat echilibrul de distribuție a Cd, Zn, Cu, Al, Fe, As, Se, Te, Ge, V între o soluție apoasă de H_2SO_4 și o soluție organică de acizi carboxilici în petrol lampant.

S-au studiat condițiile de extracție a Cd și Zn din soluțiile rezultate la lesierea prafurilor volatile de la aglomerarea concentratelor zinco-plumboase.

S-a experimentat în pilot extracția Cd și Zn cu acizi naftenici din soluții industriale în flux continuu pe coloane și s-a obținut un reextract corespunzător pentru obținerea Cd sub formă de cement și a zincului sub formă de $ZnSO_4$.

BIBLIOGRAFIE

[1] Gîndin L. M., Bobikov P. J., Kauba E. F. și Bougaeva A. V. Jurn. norg. himii, nr. 5, 1960, p. 1860 și p. 2366; nr. 6, 1961, p. 2797.

[2] Fltecher A. W și Wilson J. C. Bull. Inst. Min. Metall, vol. 70, 1961, p. 335; vol. 71, 1962, p. 429 și vol. 73, 1973, p. 765.

[3] Baes C. F. Jr. J. Inorg. Nucl. Chem., vol. 24, 1962, p. 707.

[4] West P. W., Lions T. G. și Carlton J. K. Aralyt. Chim. Acta, vol. 6, 1952, p. 400.

[5] Morrison G. H. și Freisier H. Solvent Extraction in Analytical Chemistry, New York, Ed. J. Wiley, 1957.

[6] Efendiev J. G. K. Azerb. him. jurn., vol. 3, 1962, p. 117.

[7] Illiuvieva G. V. Țvetnie Metalli, vol. 36, nr. 9, 1963, p. 1.

[8] Fletcher A. W. și Flett D. S. Journ. Appl. Chem., vol. 14, nr. 6, 1964, p. 250.

[9] Olteanu M., Mira M. și Moldovan I. Rev. Chim., vol. 17, 1966, p. 20.

[10] Cornea A. și Segărceanu T. Rev. Chim., vol. 16, nr. 10, 1965, p. 489; Brevet R.S.R. nr. 51.054 din 20.03.1972.

[11] Gelîperin N. I., Pebalk V. L., Rozov V. N., Assmus M. G. și Milavanova I. B. Țvetnie Metalli, vol. 36, nr. 3, 1963, p. 37.

PRIMA SESIUNE DE COMUNICĂRI ICENERG 18—20 oct. 1973

Ministerul Energiei Electrice — Institutul de cercetări electroenergetice și pentru termoficare în colaborare cu Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor organizează, la București, în luna octombrie 1973, o sesiune de comunicări tehnico-științifice.

În cadrul sesiunii se vor prezenta circa 165 comunicări din domeniile: producerea, transportul, distribuția și utilizarea energiei electrice, sisteme și rețele electrice, tehnica tensiunilor înalte, automatică, informatică și electronică, centrale termoelectrice, termoficare, hidrotehnică industrială în centrale termoelectrice, chimie în energetică, centrale nucleare-electrice, tehnologii și materiale specifice în energetică, economie în energetică, psihologia muncii.

Lucrările sesiunii ICENERG se vor desfășura pe specialități, în următoarele secții:

— Electroenergetică și electrotehnică;
— Termoenergetică și termotehnică;
— Automatică, informatică și electronică;
— Tehnologii și materiale în energetică.

De asemenea, în cadrul sesiunii vor fi organizate mese rotunde cu următoarele teme:

— Creșterea siguranței în funcționare prin perfecționarea metodelor de încercări;

— Creșterea randamentului centralelor electrice.

Informații suplimentare se pot obține de la serviciul Documentare al Institutului, str. Doamnei nr. 14—16, telefon 15.08.90, interior 909.

25 DE ANI DE ACTIVITATE DE CONSTRUCȚII-MONTAJ LA REȘIȚA

În luna martie 1973, Întreprinderea de construcții și montaje metalurgice din Reșița a împlinit 25 de ani de activitate.

Lucrările executate în această perioadă, care au început cu barajul de la Văliug și instalațiile hidroenergetice aferente, au continuat cu reconstrucția uzinelor și combinatului din Reșița, Bocșa, Oțelul Roșu, Nădrag și altele, confirmînd justețea politicii Partidului în domeniul industrializării patriei noastre, criteriu de bază la sporirea capacității noastre economice, la ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc, la creșterea prestigiului internațional al României Socialiste a căror produse se vînd peste hotare la un înalt nivel competitiv.

Constructorii reșițeni și-au cîștigat o mare experiență profesională și binemeritate aprecieri din partea Conducerii de Partid și de Stat, pentru devotamentul și abnegația cu care au muncit și pentru calitatea deosebită a lucrărilor executate.

Mulți dintre constructorii reșițeni, aflați pe alte meleaguri (la Hunedoara, Galați, București, Timișoara, Brașov și în alte localități), folosesc cu succes experiența și învățătura obținută la școala I.C.M.M.R.-ului.

Determinarea prin spectrofotometria de absorbție atomică a conținutului de cupru, mangan, fier și zinc din duraluminiu

Ing. O. Toma și ing. T. Crișan
Grupul industrial de petrochimie — Borzești

CZ 621.315.5 : 669.715

Cunoașterea exactă a conținutului de metale ca : mangan, cupru, fier și zinc în duraluminiu este de mare importanță pentru stabilirea proprietăților lui fizico-mecanice, precum și rezistența la coroziune. Literatura de specialitate indică pentru aceasta în general metode chimice [1], [2], spectrale de absorbție moleculară [3] sau emisie atomică [4], [5].

Folosirea metodelor chimice și spectrale de absorbție moleculară presupune, de obicei, efectuarea multor operații de prelucrare-precipitare, calcinare, uscare, cîntărire etc., fapt care afectează precizia rezultatelor și mărește durata analizei. Deși în spectroscopia de emisie atomică sînt înlăturate aceste operații se ivesc greutăți în confecționarea etaloanelor — aliaje de duraluminiu cu compoziție riguros cunoscută—lucru dificil de realizat.

Spectrofotometria de absorbție atomică înlătură aceste neajunsuri, întrucît pentru dozarea oricărui component al duraluminiului singura operație la care este supusă proba este trecerea ei în soluție. Se folosesc pentru aceasta cantități mici de probă și aceeași soluție diluată în mod corespunzător este folosită pentru dozarea tuturor componenților.

Datorită acetui fapt analizele efectuate prin spectrofotometria de absorbție atomică sînt precise și de scurtă durată.

Lucrarea de față prezintă o metodă de analiză a duraluminiului prin spectrofotometria de absorbție atomică. Metoda prezentată prevede pentru prelucrarea probei folosirea unui creuzet de teflon, evitîndu-se astfel necesitatea existenței unui creuzet de platină [6].

Aparatura. S-a folosit un spectrofotometru de absorbție atomică „Unicam" SP—90, prevăzut cu lămpi catodice de tip Hollow, dispozitiv automat de introducere a probelor SP—92, compresor de aer SP—93 și înregistrator SP—20.

Condițiile instrumentale de lucru sînt date în tabela 1.

Reactivii folosiți sînt [7], [8]:

— acid clorhidric concentrat de puritate spectroscopică;
— acid percloric 72% p.a.;
— acid fluorhidric concentrat p.a.;
— perhidrol 30% p.a.;
— soluție etalon de aluminiu 5 g/l;
— soluție etalon de cupru 0,2 g/l;
— soluție etalon de mangan 0,2 g/l;
— soluție etalon de fier 0,2 g/l;
— soluție etalon de zinc 0,1 g/l.

Pentru prepararea soluțiilor de etalonare se folosesc metale de puritate spectroscopică.

Modul de lucru. Prepararea soluțiilor de etalonare :

— Soluție de etalonare pentru cupru.

În șase baloane cotate de 100 cm³ se pipetează cîte 3 cm³ din soluția etalon de aluminiu și 0; 1; 2; 3; 4; 5 cm³ din soluția etalon de cupru. Se aduc baloanele la semn cu apă distilată. Prima soluție nu conține cupru și este folosită ca probă martor. Celelalte soluții conțin cîte 2; 4; 6; 8; 10 mg/l cupru și sînt folosite la trasarea curbei de etalonare.

— Soluție de etalonare pentru mangan.

În șase baloane cotate de 100 cm³ se pipetează cîte 12 cm³ din soluția etalon de aluminiu și cîte 0; 1; 2; 3; 4; 5 cm³ din soluția etalon de mangan. Se aduc baloanele la semn cu apă distilată. Prima soluție este folosită ca probă martor. Celelalte soluții conțin cîte 2; 4; 6; 8; 10 mg/l mangan și sînt folosite la trasarea curbei de etalonare.

— Soluție de etalonare pentru fier.

În șase baloane cotate de 50 cm³ se pipetează cîte 40 cm³ din soluția etalon de aluminiu și cîte 0; 1; 2; 3; 4; 5 cm³ din soluția etalon de fier. Se aduc baloanele la semn cu apă disti-

Tabela 1

Elementul	Lungimea de undă, mμ	Curentul lampă, mA	Deschiderea fantei, mm	Înălțimea arzătorului, mm	Extensia de scală	Presiunea aerului, kg/cm²	Presiunea acetilenei, kg/cm²	Debitul aerului, l/min	Debitul acetilenei, l/min
Cupru	324,8	5	0,2	5	×2	2,1	0,7	5	0,5
Mangan	379,3	12	0,2	5	×1	2,1	0,7	5	0,8
Fier	248,3	15	0,15	7	×2	2,1	0,7	5	0,8
Zinc	213,9	12	0,4	5	×1/2	2,1	0,7	5	0,5

lată. Prima soluție nu conține fier și este folosită ca probă martor. Celelalte soluții conțin cîte 4; 8; 12; 16; 20 mg/l fier și sînt folosite la trasarea curbei de etalonare.

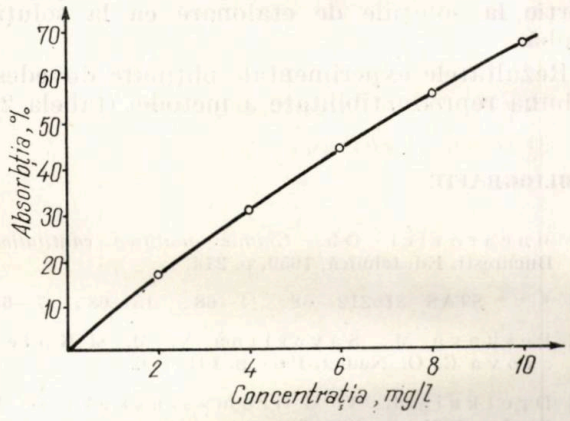


Fig. 1. Curba de etalonare pentru cupru.

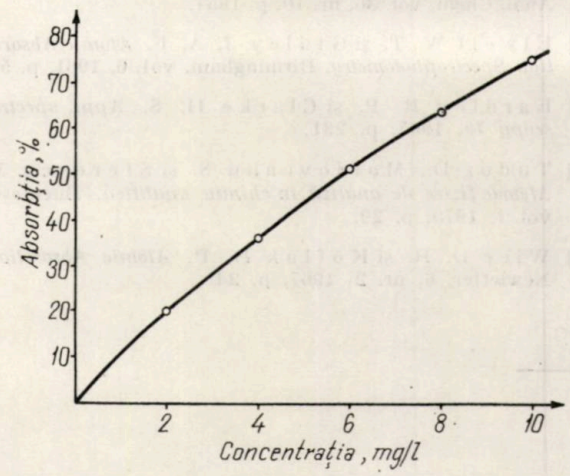


Fig. 2. Curba de etalonare pentru mangan.

— Soluție de etalonare pentru zinc.

În șase baloane cotate de 100 cm³ se pipetează cîte 10 cm³ din soluția etalon de aluminiu și cîte 0; 1; 2; 3; 4; 5 cm³ din soluția etalon de zinc. Se aduc baloanele la semn cu apă distilată. Prima soluție nu conține zinc și este folosită ca probă martor. Celelalte soluții conțin cîte 1; 2; 3; 4; 5 mg/l zinc și sînt folosite la trasarea curbei de etalonare.

Pregătirea probei [6]. Din proba de duraluminiu se cîntărește 0,5 g la balanța analitică într-un pahar Berzelius de 250 cm³. Se pipetează 15 cm³ apă, 15 cm³ HCl, iar după terminarea reacției se adaugă 3 cm³ perhidrol. Se evaporă soluția pînă la aproximativ 15 cm³, după care se pipetează 10 cm³ $HClO_4$. După evaporarea soluției pînă aproape de sec, reziduul rămas se solvă la cald în 25 cm³ apă distilată. Soluția obținută se filtrează prin hîrtie de filtru bandă albastră într-un balon cotat de 100 cm³. Se spală reziduul cu 25 cm³ HCl 1%, iar hîrtia de filtru împreună cu precipitatul se calcinează pentru 1 h la 800°C într-un creuzet de cuarț. Cenușa obținută este trecută cu 5 cm³ $HClO_4$ într-un creuzet de teflon și se tratează de 2 ori cu cîte 5 cm³ HF prin aducere la sec. Din reziduul rămas se îndepărtează orice urmă de HF, adăugînd 5 cm³ apă și evaporînd din nou la sec. Se pipetează apoi 5 cm³ HCl 1: 1, iar soluția obținută este trecută în același balon cotat de 100 cm³, care se aduce la semn cu apă distilată.

Dacă se cunoaște că proba de duraluminiu conține < 1% silice, operația de îndepărtare a silicei cu HF poate fi eliminată.

Analiza probei. Se pune în funcțiune aparatul pentru regim de lucru în absorbție și se folosesc extensiile de scală conform tabelei 1. Se trasează curbele de etalonare, reprezentînd în abscisă concentrațiile soluțiilor de etalonare exprimate în mg/l, iar în ordonată, absorbțiile corespunzătoare lor (fig. 1, 2, 3 și 4).

Soluția de probă pentru măsurat este diluată cu un factor de diluție corespunzător pentru

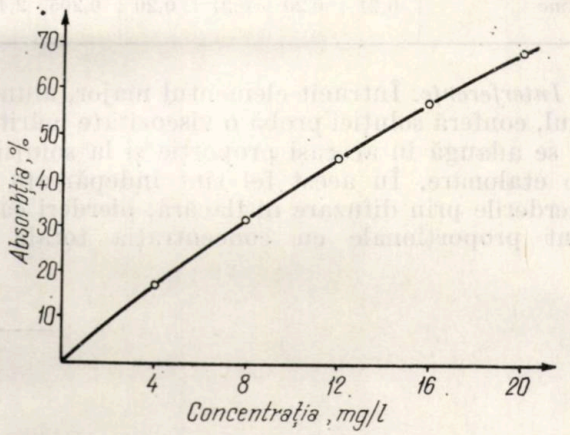


Fig. 3. Curba de etalonare pentru fier.

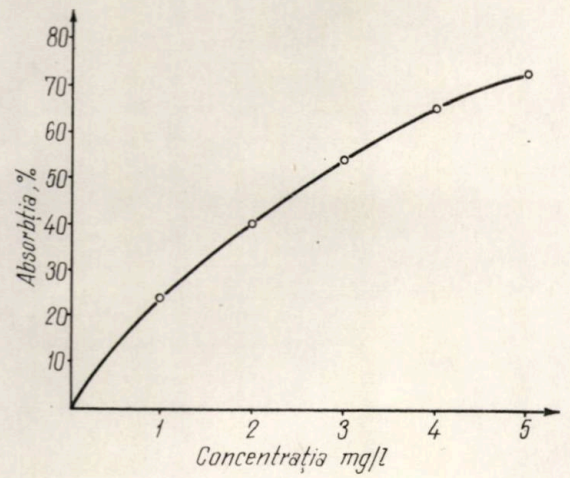


Fig. 4. Curba de etalonare pentru zinc.

fiecare element de determinat: F = 30 pentru cupru; 8 pentru mangan; 0 pentru fier; 10 pentru zinc.

Concentrația C_x a elementului de determinat se calculează cu formula :

$$C_x = \frac{1}{F} \times \frac{C}{T} \times 100$$

în care :

C_x este concentrația elementului respectiv, %;

C — concentrația elementului respectiv, mg/l, corespunzătoare absorbției indicate de aparat pentru soluția probă ;

T — cantitatea de probă, mg/l, conținută de soluția probă nediluată ;

F — factorul de diluție.

Tabela 2

Elementul	Concentrația, %					Eroarea relativă medie, %
	Proba I	Proba II	Proba III	Proba IV	Proba medie	
Cupru	3,96	3,97	4,11	4,13	4,040	1,98
Mangan	0,99	0,98	0,98	1,00	0,990	0,77
Fier	0,30	0,30	0,29	0,29	0,295	1,69
Zinc	0,21	0,20	0,21	0,20	0,205	2,43

Interferențe. Întrucît elementul major, aluminiul, conferă soluției probă o viscozitate mărită, el se adaugă în aceeași proporție și la soluțiile de etalonare. În acest fel sînt îndepărtate și pierderile prin difuzare în flacără, pierderi care sînt proporționale cu concentrația totală a soluției absorbite [9]. Efectul eventualelor interferențe chimice dintre aluminiu și elementele dozate în sensul formării unor aluminați greu disociabili în flacără este de asemenea anulat tot prin adăugarea de aluminiu în aceeași proporție la soluțiile de etalonare ca la soluția probă.

Rezultatele experimentale obținute dovedesc o bună reproductibilitate a metodei (tabela 2).

BIBLIOGRAFIE

[1] Macarovici Gh. *Chimie analitică cantitativă.* București, Ed. tehnică, 1959, p. 214.

[2] * * * STAS 816212—68 ; /4—68 ; /15—68 ; /7—68.

[3] Peșkova M., Savostina V. M. și Koleackova C. O. Nauka, 1965, p. 141—142.

[4] Druțkaia L. V. și Gromașinskaia G. F. Nauka, 1965, p. 300—301.

[5] Koch G. P., Nicolas Crist și Weber J. L. Anal. Chem, vol. 36, nr. 10, p. 1957.

[6] Elwell W. T. și Gidley J. A. F. *Atomic Absorbtion Spectrophotometry.* Birmingham, vol. 6, 1961, p. 56.

[7] Eardley R. P. și Clarke H. S. *Appl. spectroscopy 19,* 1965, p. 231.

[8] Tudor D., Moldoveanu S. și Sterescu M. *Metode fizice de analiză în chimia analitică.* București, vol. I, 1970, p. 29.

[9] Wier D. R. și Kofluk R. P. *Atomic Absorbtion.* Newletter, 6, nr. 2, 1967, p. 24.

Realizarea clopoţeilor din oţel inoxidabil pentru coloane de distilare folosite în industria petrochimică

Ing. N. Popa
Uzina de utilaj chimic—Ploieşti

CZ 669.14.018.8 : 665.6

În prezenta lucrare se expun factorii de care trebuie să se ţină seamă la elaborarea procesului de deformare la rece a oţelurilor inoxidabile austenitice, precum şi stabilirea procesului tehnologic de ambutisare a clopoţeilor de formă cilindrică şi conică în condiţiile utilizării unei prese cu simplu efect.

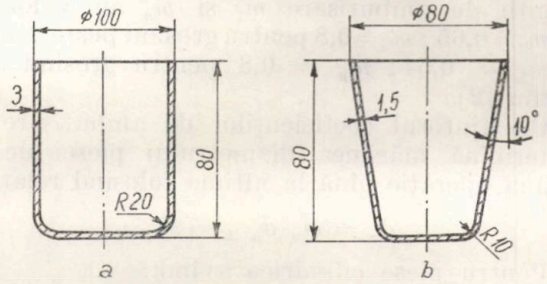


Fig. 1. Formele clopoţeilor :
a — cilindrice ; *b* — conice.

Clopoţeii sînt executaţi din oţel inoxidabil de tipul X2CrNi 18.9 (0,04 %C ; 1,0 % Si ; 2,0 % Mn ; 17—18% Cr ; 10—12 % Ni) cu următoarele caracteristici mecanice :

$\sigma_r = 50 - 70$ daN/mm² ; alungirea 50 % ; strictiune 55 ; duritate 130—180 HB.

Formele clopoţeilor sînt prezentate în figura 1.

Factorii de care trebuie să se ţină seamă la stabilirea procesului tehnologic de ambutisare sînt :

Influenţa ecruisajului asupra oţelului de tip X2CrNi18. 9.

Ecruisajul prin deformarea la rece a oţelurilor austenitice provoacă o rezistenţă la rupere mult mai mare decît a celei întîlnite la alte oţeluri pentru aceeaşi deformare. Această întărire poate fi în parte atribuită instabilităţii austenitei care se transformă parţial în martensită şi care la rîndul ei contribuie la o durificare deosebită a materialului [1].

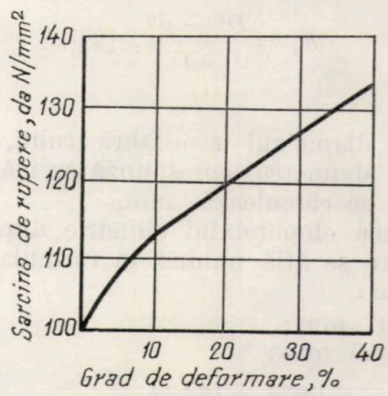


Fig. 2. Influenţa ecruisării oţelurilor austenitice crom-nichel asupra creşterii rezistenţei la rupere [1].

În diagrama din figura 2 se arată influenţa ecruisării oţelurilor austenitice crom-nichel asupra creşterii rezistenţei la rupere [1].

În concluzie, la elaborarea procesului de deformare se va reţine că oţelurile austenitice prin ecruisare pot primi durităţi foarte ridicate, rezistenţa la rupere atingînd 150—200 daN/mm². Această creştere a rezistenţei la rupere este însoţită de fenomene care diminuează foarte mult posibilităţile de ambutisare adîncă a pieselor.

Procedeul de strîngere a semifabricatului

După cum este cunoscut, evitarea formării cutelor pe bordura semifabricatului ce se ambutisează fie la cald, fie la rece, pentru $e < 0{,}2(D\text{-}d)$ [2]

unde : e este grosimea materialului ;

d — diametrul după prima ambutisare ;

D — diametrul semifabricatului,

necesită o strîngere a materialului în timpul ambutisării cu ajutorul unui inel de strîngere.

La presele cu dublu efect strîngerea se realizează cu ajutorul unui cilindru al presei, după cum se vede în figura 3.

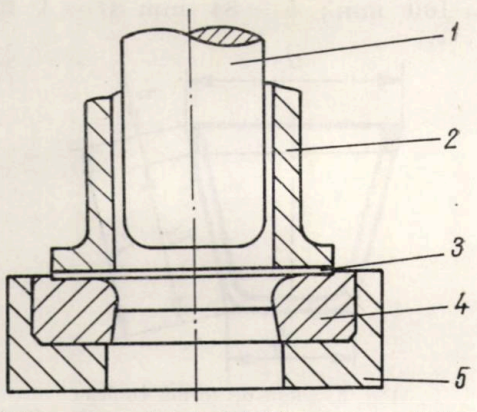


Fig. 3. Strîngerea semifabricatului la presa cu dublu efect :
1 — poansonul ; *2* — cilindrul de strîngere a presei ; *3* — semifabricatul ; *4* — inelul de ambutisare ; *5* — suportul inelului.

Stabilirea jocului şi a soluţiei de ungere

La fel de important ca şi strîngerea este şi stabilirea jocului ce trebuie să existe între poanson-material-inel. Un joc prea mic la

ambutisare duce la alungirea materialului, deci la subțierea acestuia; un joc prea mare duce la neuniformitatea părții cilindrice a pieselor.

Ungerea în timpul ambutisării a semifabricatului este o problemă care trebuie foarte bine studiată. În cazul unei ungeri necorespunzătoare se poate ajunge la compromiterea operațiilor propuse.

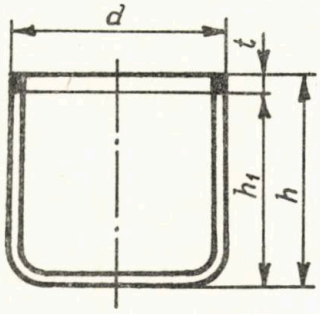


Fig. 4. Piesa de formă cilindrică:
d – diametrul exterior; h – înălțimea tehnologică; h – înălțimea finită; t – adaos tehnologic.

Calibrarea pieselor conice

Spre deosebire de piesele cilindrice care în urma operațiilor de ambutisare au forma cilindrică dorită, piesele conice nu capătă forma dorită după operația de ambutisare (tragere prin inel), ci numai după o operație de calibrare, care constă în dirijarea materialului spre umplerea unei cavități care are forma finită a piesei.

Pentru stabilirea procesului tehnologic de ambutisare pe operații trebuie avute în vedere următoarele:

Determinarea diametrului semifabricatului.

La determinarea diametrului semifabricatului se folosesc relațiile:

— pentru piese de formă cilindrică:

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh}, \quad [3]$$

unde:

$d = 100$ mm; $h = 84$ mm ($t = 4$ mm).

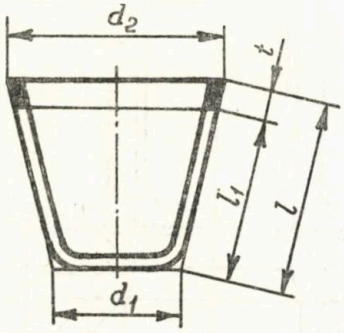


Fig. 5. Piesa de formă conică:
d_1 – diametrul mic; d_2 – diametrul mare; l – lungimea tehnologică; l_1 – lungimea finită a laturii; t – adaos tehnologic.

Înlocuind datele în formula de mai sus se obține:

$$D = \sqrt{100^2 + 4 \cdot 100 \cdot 84} = 207 \text{ mm}.$$

— pentru piese de formă conică:

$$D = \sqrt{d_1^2 + 2l\,(d_1 + d_2)} \quad [3]$$

unde:

$d_1 = 52$ mm; $d_2 = 80$ mm; $l = 81$ mm; ($t = 6$ mm).

Înlocuind datele în formula de mai sus se obține:

$$D = \sqrt{52^2 + 2 \cdot 81 \cdot (52 + 80)} = 154 \text{ mm}.$$

După cum se observă în determinarea diametrului semifabricatului se ține seamă de adaosul tehnologic care se adaugă ca cota înălțimii finite a piesei.

Stabilirea coeficienților de ambutisare și a numărului de treceri. Valorile coeficienților de ambutisare $m_1 \ldots m_n$ sînt date în tabele și se aleg în funcție de natura și grosimea materialului [2].

În cazul ambutisării oțelului inoxidabil coeficienții de ambutisare m_1 și m_n au valorile:

$m_1 = 0{,}65$; $m_n = 0{,}8$ pentru grosimi peste 2 mm;

$m_1 = 0{,}54$; $m_n = 0{,}8$ pentru grosimi sub 2 mm [2].

Cu ajutorul coeficienților de ambutisare se determină mărimea diametrului piesei de la prima operație pînă la ultima folosind relația:

$$d_n = m_n \cdot d_{n-1} \quad [2]$$

Pentru piese cilindrice avînd:

— coeficienții de ambutisare aleși $m_1 = 0{,}65$; $m_2 = 0{,}75$;

— diametrul semifabricatului $D = d_{n-1} = 207$

se calculează diametrele după fiecare ambutisare

$d_1 = 0{,}65 \cdot 207 = 134{,}5$ mm;

$d_2 = 134{,}5 \cdot 0{,}75 = 100{,}0$ mm,

deci pentru realizarea clopoțeilor cilindrici sînt necesare două treceri.

Pentru piese conice avînd:

— coeficienții de ambutisare aleși $m_1 = 0{,}54$; $m_n = 0{,}80$;

— diametrul semifabricatului $D = d_{n-1} = 154$

se calculează diametrele după fiecare ambutisare

$$d_1 = 0{,}54 \cdot 154 = 83 \text{ mm},$$

deci pentru realizarea clopoțeilor conici este necesară doar o singură trecere, trecerea a doua constituind-o calibrarea în matriță închisă.

Calculul adîncimii ambutisate după fiecare trecere se face cu ajutorul relației:

$$h_n = \frac{D^2 - d^2}{4d}, \quad [2]$$

în care:

D este diametrul semifabricatului, mm;

d_n — diametrul corespunzător înălțimii ce se calculează, mm.

Înălțimea clopoțelului cilindric după prima ambutisare se află punînd în formula de mai sus datele:

$D = 207$ mm;

$d = 134{,}5$ mm;

$$h = \frac{207^2 - 134{,}5^2}{4 \cdot 134{,}5} = 45{,}5 \text{mm}$$

Calculul efortului de ambutisare (pentru clopoţeii cilindrici). Efortul de ambutisare se calculează cu ajutorul relaţiei:

$$P_a = \pi \cdot d \cdot e \cdot m \cdot K, \text{ daN}, \quad [2]$$

în care:

d este diametrul poansonului, mm;

e — grosimea materialului, mm;

m — coeficientului ce depinde de raportul diametrului poansonului şi diametrul semifabricatului: $\frac{d}{D}$;

K — rezistenţa la tracţiune, daN/mm²,

unde:

$d = 128$ mm;

$e = 3$ mm;

$K = 70$ daN/mm²;

$D = 207$ mm.

Coeficientul m se alege din tabele [2] funcţie de raportul $\frac{d}{D} = \frac{128}{207} = 0{,}62$, ceea ce reprezintă $m = 0{,}79$.

Înlocuind datele din formulă se obţine:

$$P_a = 3{,}14 \cdot 128 \cdot 3 \cdot 0{,}79 \cdot 70 = 65\,700 \text{ daN}.$$

Calculul efortului de strîngere se face cu formula:

$$P_s = p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2), \text{ daN}, \quad [2]$$

în care:

p este presiunea de strîngere, daN/mm²;

D — diametrul semifabricatului, mm;

d — diametrul poansonului, mm,

unde:

$D = 207$ mm; $d = 128$ mm;

$p = 0{,}20$ daN/mm² [2].

Punînd datele în formula de mai sus se obţine:

$P_s = 0{,}20 \cdot 0{,}785\ (297^2 - 128^2) = 5\,300$ daN.

Calculul efortului de ambutisare şi al efortului de strîngere pentru clopoţeii conici nu mai este necesar deoarece dimensiunile acestora sînt mai mici, deci şi o forţă de ambutisare mai mică şi, ca atare, pentru alegerea presei şi a dispozitivului de strîngere se folosesc calculele de la clopoţeii cilindrici.

Proiectarea dispozitivului de strîngere

Pentru o forţă de strîngere de 5 300 daN folosirea unui arc este dificilă din cauza gabaritului ridicat.

În acest scop s-a folosit un dispozitiv format din piuliţă şi o bucşă de strîngere care asigură o strîngere uniformă. (fig. 6).

Prin deşurubarea bucşei de strîngere *2*, în piuliţa *3* (piuliţă care este prinsă cu şuruburi *5* pe suportul matriţei *7*) se creează spaţiu pentru introducerea semifabricatului (după săgeată). Semifabricatul oprindu-se în canalul inelului de ambutisare este strîns de către inelul de strîngere *4* ce este presat la rîndul său de către bucşa de strîngere *2* prin înşurubarea acestuia pînă ce inelul de presare ia contact

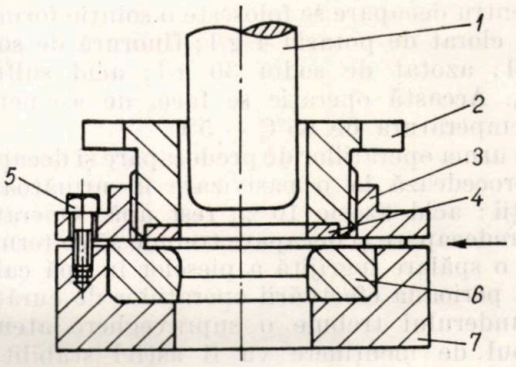


Fig. 6. Dispozitiv de strîngere folosit pe presa cu simplu efect:
1 — poanson; *2* — bucşă de strîngere; *3* — piuliţă; *4* — inel strîngere; *5* — şurub; *6* — inel de ambutisare; *7* — suport inel.

cu semifabricatul, fără forţarea strîngerii. Forţa de strîngere calculată mai sus şi care ia naştere în timpul ambutisării este preluată de bucşa *2*.

Ungerea semifabricatului

S-a ales pentru ungere soluţie grafit-apă-săpun în proporţiile: grafit 1/4; săpun 1/4; apă 1/2.

Neîndepărtarea perfectă a peliculei foarte fine de grafit de pe suprafaţa pieselor, în timpul tratamentului termic de austenitizare, între operaţii, duce la modificarea compoziţiei chimice a oţelului la suprafaţă prin îmbogăţirea sa în carbon, suficientă pentru deteriorarea proprietăţilor anticorosive ale oţelului în mediu în care acesta va lucra [1].

Curăţarea semifabricatului în vederea tratamentului termic al ambutisării şi recăpătării aspectului alb în formă finală

În vederea tratamentului termic de austenitizare pentru curăţarea pieselor de soluţia folosită la ungere s-a întrebuinţat apă caldă în care s-a introdus detergent (DERO).

Tratamentul termic de austenitizare constă în: încălzire la temperatura de 1 100—1 150°C; menţinere 4—5 min; răcire în curent de aer rece.

După efectuarea tratamentului termic de austenitizare piesele capătă culoarea neagră datorită peliculei de ţunder ce se formează şi care trebuie îndepărtat. Dacă acest ţunder nu s-ar îndepărta de pe suprafaţa pieselor, în timpul celei de-a doua ambutisări acesta se imprimă în material, nemaiputînd fi îndepărtat, şi deteriorează inelul de ambutisare, atrăgînd

după sine producerea de zgîrieturi pe pereţii pieselor ce nu se pot remedia. Aşadar se procedează la execuţia unei predecapări urmată de o decapare. În vederea predecapării se foloseşte soluţia formată din acid sulfuric şi apă la temperatura de 65°C±5°C în proporţiile : acid sulfuric 5—10 %, rest apă.

Pentru decapare se foloseşte o soluţie formată din : clorat de potasiu 4 g/l ; fluorură de sodiu 4 g/l ; azotat de sodiu 30 g/l ; acid sulfuric 20 %. Această operaţie se face, de asemenea, la temperatura de 65°C ± 5°C.

În urma operaţiilor de predecapare şi decapare se procedează la o pasivizare în următoarele soluţii : acid azotic 10 %, rest apă. Operaţiile de predecapare şi decapare trebuie să se termine prin o spălare îngrijită a pieselor în apă caldă.

În perioada efectuării operaţiilor de curăţare a ţunderului trebuie o supraveghere atentă ; timpul de menţinere va fi astfel stabilit ca ţunderul de pe suprafaţa pieselor să se poată îndepărta uşor prin frecare cu bumbac. În cazul unei menţineri îndelungate există pericolul coroziunii pieselor, precum şi apariţiei ciupiturilor pe suprafaţa pieselor. Folosirea altor soluţii sau chiar a acestora dar la temperaturi diferite de cele arătate mai sus nu se recomandă. Pentru păstrarea acestor soluţii se prevăd băi căptuşite cu materiale rezistente la acţiunea chimică a soluţiilor folosite.

Stabilirea jocurilor de trecere şi condiţiile ce trebuie îndeplinite de poansoanele şi de inelele de ambutisare

În vederea stabilirii jocului pentru prima trecere se foloseşte relaţia :

$$W = 0{,}07 \cdot \sqrt{10 \cdot e}\ ,[2]$$

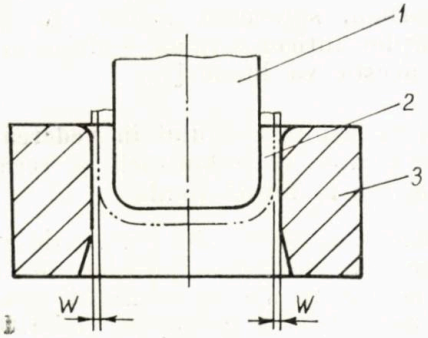


Fig. 7. Definirea jocului :
1 — poanson ; *2* — piesă ; *3* — inel.

în care : e este grosimea materialului.

Definirea jocului este dat în figura 7.

După introducerea datelor în formulă se obţine jocul :

$W = 0{,}07 \cdot \sqrt{10 \cdot 3} = 0{,}38.$

Jocul total pe diametrul $W_1 = 0{,}76$.

Raza de racordare a inelului de ambutisare pentru prima trecere se calculează cu relaţia :

$$R = 0{,}8 \cdot \sqrt{(D - d) \cdot e}\ , \qquad [2]$$

în care :

D este diametrul semifabricatului ;
d — diametrul poansonului ;
e — grosimea materialului.

unde :

$D = 207$ mm ;
$d = 128$ mm ;
$e = 3$ mm.

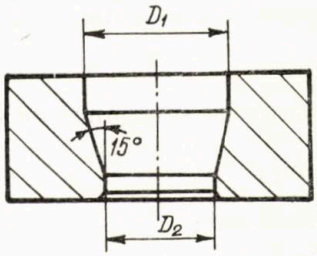


Fig. 8. Inel pentru trecerea a doua.

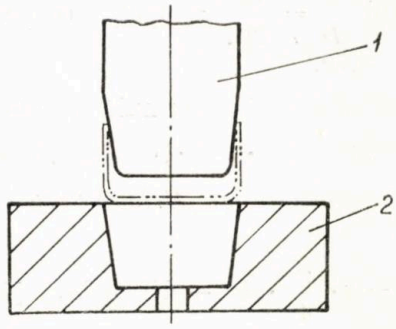


Fig. 9. Schema calibrării :
1 — poanson ; *2* — matriţă.

Înlocuind datele din formulă se obţine :

$R = 0{,}8 \cdot \sqrt{(207 - 128) \cdot 3} = 12{,}5.$

Se adoptă $R = 12$ mm. În vederea stabilirii razei de racoradre a poansonului se ia raza piesei date în desen.

Din încercările făcute s-a stabilit jocul pentru trecerea a doua $W_t = 0{,}2$ mm.

Inelul pentru trecerea a doua se prezintă în figura 8.

Condiţiile tehnice ce le vor îndeplini poansoanele şi inelele de ambutisare sînt : duritatea 60—62 HRC, în urma tratamentului termic, cromare pe adîncime de 0,05 mm a suprafeţelor active ; lustruit oglindă suprafeţele cromate ; duritatea stratului cromat 70 HRC.

Calibrarea pieselor conice

În vederea obţinerii formei conice se foloseşte o matriţă închisă care are forma exactă a piesei şi în care se presează piesa cu ajutorul poansonului conic. De notat că piesa supusă calibrării are formă şi dimensiuni apropiate de forma finală a piesei conice ; de asemenea şi poansonul are forma şi dimensiunile finite ale piesei finite.

În figura 9 este reprezentată schema calibrării.

Printre măsurile de protecţia muncii ce trebuie avute în vedere în desfăşurarea procesului tehnologic se amintesc :

— în timpul ambutisării se va menţine ordine pe masa de lucru a presei ;

— acţionarea presei se va face numai după ce discul a fost introdus în matriţă şi strîns ;

— în cadrul operaţiilor de predecapare, decapare, pasivizare se vor purta în mod obligatoriu mănuşi cauciucate, şorţ de cauciuc, ochelari ;

— se vor respecta normele de tehnica securităţii muncii specifice secţiilor de decapări-pasivizări.

BIBLIOGRAFIE

[1] Colombier L. şi Hochmann I. *Aciers inoxydables aciers réfractaires.* Paris, Ed. Dunod, 1965, p. 90—97 ; 559.

[2] Wassilieff B. *Emboutissage.* Paris, Ed. Dunod, 1964.

[3] Romanovski V. P. *Stanţarea şi matriţarea la rece.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1970.

[4] Munteanu I. şi Olariu V. *Presarea la rece.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1965.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

Siderurgia în Danemarca. Siderurgia daneză are o singură întreprindere mai mare : Det Danske Staalvalsevaerk A. S. la Frederiksvaerk. Mai există încă 4 uzine producătoare de ţevi sudate, unele turnătorii mici şi cîteva mici oţelării electrice. Producţia de ţevi sudate este de 30 000—35 000 t/an şi se obţine în întregime din benzi importate.

Trebuie remarcat că ţara este săracă în materii prime siderurgice : nu are cărbune cocsificabil, iar producţia de minereu de fier este de ordinul a 20 000 t/an. Siderurgia daneză nu posedă furnale ; afară de uzina Frederiksvaerk care produce fontă într-un cubilou cu aer cald, mai există un singur producător de fontă : Cement-Jern Konsortiet la Aalberg, unde fonta se obţine din cuptoare rotative care lucrează cu praf de cărbune şi păcură.

În tabela 1 se arată producţia principalelor produse siderurgice în Danemarca :

Tabela 1

Producţia siderurgică în Danemarca, mii t	1968	1969	1970	1971
Fontă de afinare	162	185	183	194
Fontă de turnătorie	16	17	23	27
Oţel brut	457	482	473	471
din care : oţel Martin	439	464	454	454
oţel electric	18	19	19	18
Produse laminate	414	428	435	418
din care : profile grele	62	70	67	64
profile uşoare	169	173	179	178
tablă groasă	170	171	179	168
tablă mijlocie	8	9	6	5
semi-produse livrate ca atare	5	5	4	4

Uzina de la Frederiksvaerk cuprinde : un cubilou cu aer cald (15 t/h), trei cuptoare Martin de 120 t şi unul de 70 t, o linie cvartuo de tablă groasă, un tren trio de tablă mijlocie, un bluming, o linie de profile şi bare, o linie semicontinuă de sîrme şi profile mici.

Produce tablă groasă de 5—100 mm grosime şi cu o lăţime maximă de 2 850 mm ; tabla mijlocie se realizează într-o lăţime maximă de 1 250 mm.

În tabelele 2 şi 3 se arată exportul şi importul de produse siderurgice a Danemarcei. Avînd în vedere producţia siderurgică relativ scăzută, din tabelele 1, 2 şi 3 rezultă că consumatorii danezi îşi asigură necesităţile în principal din import.

Principalii consumatori realizează importurile lor direct. Cantităţile destinate consumatorilor mici şi depozitelor de desfacere se importă de comercianţi, dintre care principalii 12 sînt grupaţi într-o asociaţie.

Un organism special, dependent de Ministerul Comerţului, fixează condiţiile de vînzare, astfel încît vînzările din stocuri, chiar în perioadele de conjunctură susţinută, se realizează la preţuri mai mici decît nivelul mondial. De regulă, preţurile sînt mai mici decît pe celelalte pieţe scandinave. În domeniul oţelurilor speciale, între exportatorii norvegieni, finlandezi şi suedezi se dă o concurenţă ascuţită pe piaţa daneză.

Tabela 2

Exportul danez de produse siderurgice, mii t	1968	1969	1970	1971
Profile uşoare	93	97	98	118
Tablă groasă	129	101	126	105
Material de cale	15	26	7	3
Sîrmă laminată	4	—	3	6
Ţevi şi racorduri	13	11	12	13

Tabela 3

Importul danez de produse siderurgice, mii t	1968	1969	1970	1971
Lingouri şi semifabricate	154	151	173	132
Profile grele	86	98	103	74
Profile uşoare	190	253	260	260
Tablă groasă (peste 4,75 mm)	175	256	236	196
Tablă mijlocie (3—4,75 mm)	30	59	52	39
Tablă subţire (sub 3 mm)	171	252	229	248
Benzi	64	83	94	70
Tablă cositorită	77	89	100	95
Material de cale	19	20	19	18
Sîrmă laminată	71	80	78	83
Total	1 037	1 341	1 344	1 215
Ţevi şi racorduri	117	163	175	138

Tabela 4

	t	
	1970	1971
Belgia —Luxemburg	201 000	128 600
Franţa	121 000	113 000
R. F. Germania	306 100	372 600
Italia	100	3 000
Olanda	39 700	39 700
Total ţări C.E.C.O.	667 900	656 900
Japonia	11 000	8 300
Anglia	115 000	89 700
Suedia	195 400	170 000
Statele Unite ale Americii	4 500	1 100

Conform datelor statistice ale International Iron and Steel Institute, livrările de produse laminate ale celror 6 ţări CECO, precum şi ale altor ţări capitaliste către Danemarca sînt arătate în tabela 4.

(*Revue de métallurgie, nr. 2, 1973, p. 43E—44/E*).

Defectele cauzate de dilatația nisipului la turnarea aliajelor în forme crude

Ing. I. Ciobanu
Universitatea din Brașov

CZ 621.742.4

Factorii care influențează tendința formării defectelor de dilatație. Formarea defectelor de turnare cauzate de dilatația amestecurilor de formare constituie un proces complex influențat de un număr mare de factori care depind pe de o parte de caracteristicile pieselor turnate (configurație, dimensiuni, aliaje etc.) iar pe de altă parte, de sensibilitatea formei. În general caracteristicile pieselor turnate, fiind determinate de condițiile de utilizare, nu pot fi modificate. De aceea singura posibilitate de a se acționa în sensul prevenirii defectelor cauzate de dilatație o constituie reducerea sensibilității formei de turnare la apariția defectelor de această natură. Sensibilitatea formei la defecte de dilatație este determinată, la rîndul ei, de intensitatea solicitării termice și mecanice a formei (timp de iradiere, amplasarea alimentatorilor, poziția de turnare, mărimea suprafețelor expuse iradierii, modul de evacuare a gazelor din formă etc.) și de proprietățile amestecului de formare, caracterizate din acest punct de vedere prin indicele „tendință la defectele de dilatație" (sau „sensibilitate la defectele de dilatație") [8].

Pentru a se putea lua măsurile cele mai eficiente în vederea prevenirii defectelor cauzate de dilatație atît proiectarea procesului tehnologic de formare-turnare, cît și controlul tehnic de calitate și, în special, controlul caracteristicilor amestecurilor de formare, trebuie să se bazeze pe o cunoaștere completă a tuturor factorilor care influențează sensibilitatea formelor la apariția acestor defecte. Trebuie să se cunoască nu numai natura factorilor influenți dar și modul și măsura în care ei își exercită

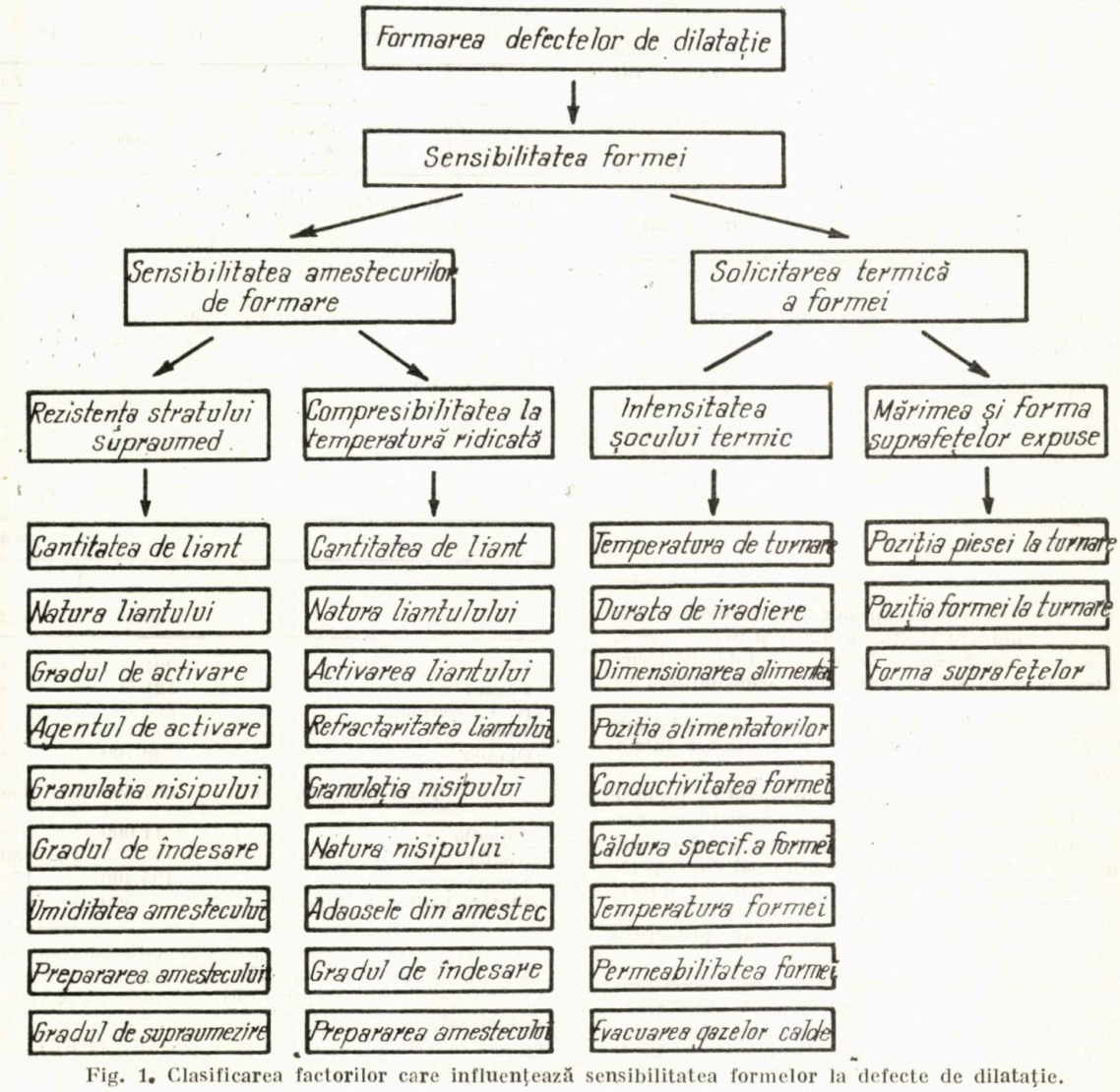


Fig. 1. Clasificarea factorilor care influențează sensibilitatea formelor la defecte de dilatație.

influenţa asupra formării defectelor. În această direcţie s-au efectuat numeroase cercetări dintre care se amintesc pe cele ale lui H. Levelink [1], [2], D. Taylor [3], F. Hofman [4], [5], H. W. Dietert [6], F. Krutzner [7] şi, în special, W. Patterson şi D. Boenisch [8]—[13]. În R. S. România se menţionează cercetările de la Uzina UREMOAS [14]. Analizînd rezultatele acestor cercetări a fost posibil să se alcătuiască o clasificare a tuturor factorilor care acţionează asupra tendinţei de formare a defectelor cauzate de dilataţie. Această clasificare, care este prezentată în figura 1, are la bază modul în care diverşi factori îşi exercită influenţa. Numărul mare de factori influenţi, precum şi multiplele aspecte sub care aceştia acţionează, creează dificultăţi în recunoaşterea cauzelor directe care determină apariţia defectelor de dilataţie în diverse cazuri dar, pe de altă parte, această situaţie oferă multiple posibilităţi practice de a preveni apariţia defectelor.

După natura lor factorii care influenţează sensibilitatea formei de turnare la formarea defectelor de dilataţie pot fi împărţiţi în trei grupe: materialul granular al amestecului de formare, lianţii şi materialele de adaos din amestec, caracteristicile constructive ale formei. În cele ce urmează, pornind de la o analiză amănunţită a acestor factori, se va căuta să se stabilească posibilităţile practice de a interveni în vederea prevenirii defectelor cauzate de dilataţie.

Influenţa materialului granular. Natura mineralogică a materialului granular are o influenţă determinantă deoarece formarea defectelor de acest gen are la origine dilatarea nisipului, ca urmare a şocului termic produs de metalul lichid asupra formei, la turnare. Cu cît coeficientul de dilatare al nisipului este mai redus, tendinţa de apariţie a defectelor va fi mai mică. Dintre materialele granulare utilizate în amestecurile de formare, nisipul de cuarţ (adică materialul cel mai mult întrebuinţat în turnătorie) prezintă situaţia cea mai dezavantajoasă deoarece cuarţul are în general un coeficient de dilatare mare, iar la 573°C suferă o transformare alotropică, din starea β în starea α, care este însoţită de o creştere de volum bruscă echivalentă unui coeficient de dilatare total de 1,5%. Celelalte materiale granulare utilizate în amestecurile de formare, cum sînt nisipul de zirconiu, olivina, cromita sau şamota, au un coeficient de dilatare mai mic şi relativ constant (fig. 2). Rezultă că o posibilitate de a evita defectele cauzate de dilataţie constă în înlocuirea nisipului de cuarţ. Acest lucru nu este însă întotdeauna economic deoarece celelalte materiale granulare sînt mult mai scumpe. Se pot realiza totuşi amestecuri de formare cu o sensibilitate mai scăzută la defectele de dilataţie şi un preţ de cost mai convenabil, utilizînd în combinaţie două nisipuri, de exemplu nisip de cuarţ şi nisip de zirconiu.

Granulaţia nisipului influenţează de asemenea sensibilitatea amestecurilor de formare la defectele de dilataţie, dar într-o măsură relativ mică. Rezultatele unor cercetări privind influenţa granulaţiei nisipului asupra formării defec-

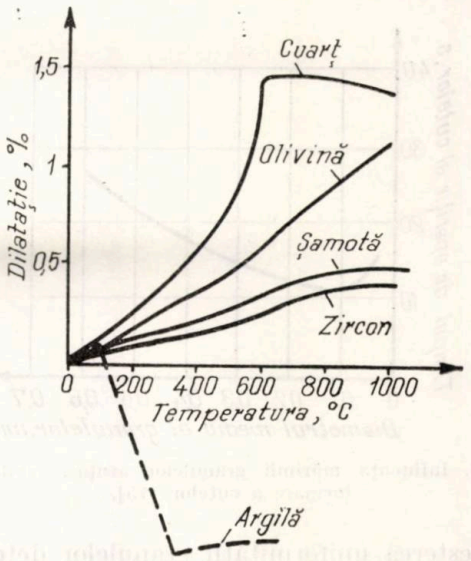


Fig. 2. Curbe dilatometrice ale unor materiale utilizate la prepararea amestecurilor de formare.

Tabela 1

Tipul nisipului (uniformitate)	Mărimea medie a granulelor (numărul sitei)	Forma granulelor (coeficient de colţuri)	Durata critică de iradiere (secunde)
monogranular (rezid pe o sită)	100	1,6	18
	200	1,1	27
		1,3	28
		1,5	25
		1,6	23
		1,8	24
	300	1,6	25
poligranular (rezid pe 5 site)	230	1,3	33

telor de dilataţie sînt prezentate în tabela 2 [8].

Din datele prezentate în această tabelă, precum şi din rezultatele altor cercetări (fig. 3) [15], se observă că durata de iradiere creşte cu creşterea diametrului granulelor, ceea ce înseamnă că sensibilitatea amestecurilor la defectele cauzate de dilataţie creşte cu cît nisipul este mai fin. Aceasta se explică prin faptul că granulele mai mari se încălzesc mai lent în toată masa lor şi, ca urmare, efectul şocului

termic este mai puțin brusc. Pe de altă parte nisipurile mai fine au o suprafață specifică mai mare și o permeabilitate mai mică. Aceasta determină o evacuare mai lentă a gazelor fierbinți din formă și, deci, un schimb de căldură mai intens între gaze și formă, ducînd astfel la o încălzire mai rapidă a nisipului, adică la un șoc termic mai accentuat.

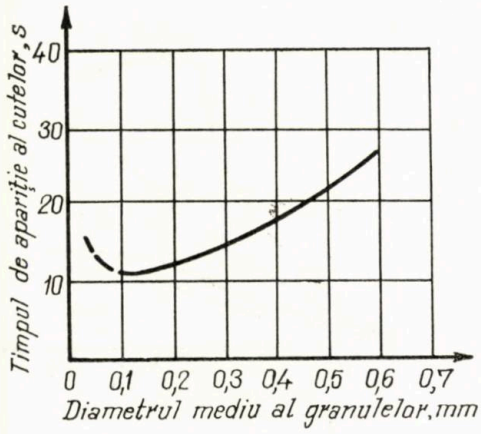


Fig. 3. Influența mărimii granulelor asupra tendinței de formare a cutelor [15].

Creșterea uniformității granulelor determină creșterea tendinței de formare a defectelor de dilatație. Nisipurile mai uniforme sînt mai puțin compresibile, iar ca urmare tensiunile de compresiune ce apar în stratul superficial datorită frînării dilatației vor fi mai mari.

Forma granulelor are o influență mai mică decît ceilalți parametri granulometrici asupra duratei critice de iradiere. Nisipurile cu granule rotunjite dau în general o sensibilitate mai mică la apariția defectelor, dar diferențele față de nisipurile cu granule ascuțite (coeficient de colțuri mare) sînt foarte mici. Creșterea ușoară a sensibilității nisipurilor ascuțite la formarea defectelor de dilatație se explică de asemenea, pe de o parte, pe seama permeabilității care influențează intensitatea schimbului de căldură iar, pe de altă parte, pe seama compresibilității amestecului care influențează tensiunile de compresiune.

Influența liantului și a materialelor de adaos. Calitatea și conținutul liantului influențează mult asupra sensibilității amestecurilor de formare la defecte de dilatație. Bentonitele, care sînt lianții cel mai des întrebuințați în amestecurile destinate turnării în forme crude, au un comportament foarte diferit din acest punct de vedere, în funcție de natura mineralogică. În cazul bentonitelor calcice defectele de dilatație sînt mult mai frecvente și mai accentuate. Aceasta se explică prin rezistența mecanică mai mică (în special rezistența la tracțiune în stare supraumedă) a amestecurilor cu bentonită calcică. Pentru evitarea defectelor cauzate de dilatație este recomandată întrebuințarea bentonitelor sodice. În natură se găsesc însă puține zăcăminte de bentonită sodică și de aceea în turnătorii se utilizează foarte mult bentonitele calcice, activate artificial cu carbonat de sodiu. Influența activării asupra sensibilității la defecte de dilatație se poate urmări foarte bine pe diagrama formării cutelor [9]. În figura 4 este prezentată influența activării asupra sensibilității la defecte de dilatație la două tipuri de bentonită calcică: una cu 90% montmorilonit și alta cu 60% montmorilonit [8]. Numerele înscrise pe diagramă reprezintă cantitatea de carbonat de sodiu (exprimată în miliechivalenți) adăugată pentru activare la 100 g de bentonită. Se observă că gradul de activare (respectiv cantitatea de agent activant adăugat) are o influență accentuată asupra sensibilității la defecte de dilatație. Sensibilitatea minimă se obține la o activare completă, optimă, care corespunde adăugării unei anumite cantități de activant. În cazul celor două bentonite analizate (fig. 3), activarea completă este realizată la 80 miliechiv., respectiv la 60 miliechiv. Atît subactivarea, cît și supraactivarea nu realizează o ameliorare corespunzătoare a sensibilității la defecte de dilatație. De aceea în practică este necesară o verificare continuă a gradului de activare. Dintre agenții activanți cel mai eficace este carbonatul de litiu. Utilizarea industrială a acestuia nu este însă economică datorită prețului de cost ridicat. În practică se utilizează materiale mai ieftine (carbonat de sodiu, hidroxid de sodiu), care dau rezultate apropiate de cele ale carbonatului de litiu [8].

La amestecurile de formare liate cu argilă, defectele de dilatare sînt mai puțin frecvente. Cauza principală constă în aceea că argilele suferă o contracție în prima fază a încălzirii, contracție care compensează în parte dilatarea cuarțului, mai ales că argilele intră în componența amestecurilor de formare în cantități mai mari decît bentonitele. Rezultă că s-ar putea realiza o micșorare a pericolului apariției defectelor de dilatație prin utilizarea unor nisipuri mai grase sau prin adăugarea unor cantități de argilă în amestecurile de formare. Această soluție nu prezintă însă importanță practică deoarece creșterea conținutului de argilă în nisipuri determină o înrăutățire considerabilă a altor proprietăți tehnologice ale amestecurilor de formare. De asemenea trebuie menționat că celelalte materiale de adaos, care se întrebuințează deseori pentru reducerea tendinței de formare a defectelor de dilatație, au un efect diminuat în amestecurile cu argilă față de cele cu bentonită [15]. Aceasta înseamnă că este mai greu să se acționeze împotriva defectelor în cazul amestecurilor cu argilă.

Refractaritatea argilelor influențează de asemenea formarea defectelor de dilatație (fig. 5). Argilele cu refractaritate mai scăzută duc la amestecuri mai puțin sensibile la dilatație. Dato-

rită înmuierii argilei la temperaturi mai joase, tensiunile de compresiune care apar în stratul afectat de şocul termic sînt mai mici. Totuşi datorită proporţiei mici în care argilele sînt utilizate în amestecurile de formare, efectul relativ al refractarităţii argilei asupra sensibi-

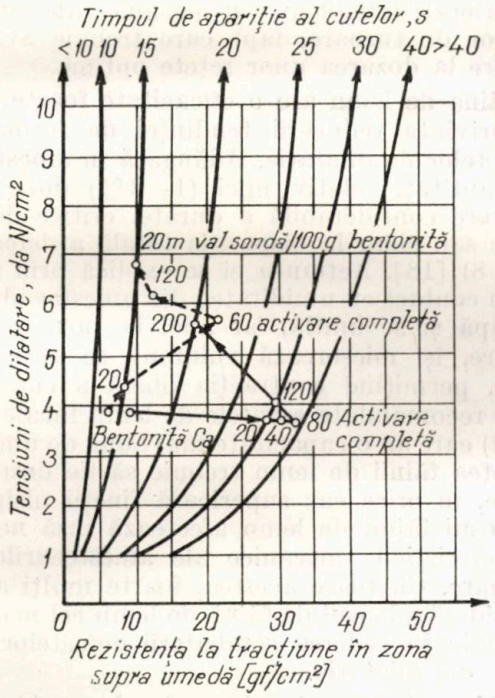


Fig. 4. Influenţa activării cu carbonat de sodiu asupra duratei critice de iradiere [8]:
— – bentonită Ca, cu 90% montmorilonit; – – – bentonită Ca, cu 60% montmorilonit.

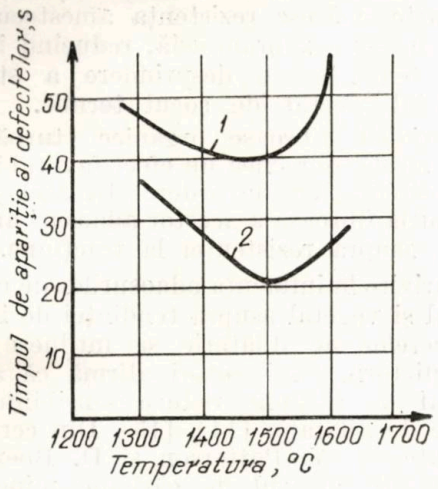


Fig. 5. Influenţa temperaturii de turnare şi a refractarităţii argilei asupra duratei de apariţie a defectelor de dilataţie: *1* – argilă cu refractaritate scăzută; *2* – argilă cu refractaritate ridicată [15].

lităţii la defecte de dilataţie este foarte redus. De aceea utilizarea unor argile cu refractaritate redusă nu poate constitui o soluţie practică pentru turnătorie în vederea prevenirii defectelor de dilataţie, mai ales că scăderea refractarităţii poate determina apariţia altor defecte de turnare.

Conţinutul de lianţi minerali (bentonită, argilă) exercită o influenţă relativ mare asupra formării defectelor de dilataţie. Creşterea conţinutului de liant are două efecte contradictorii: pe de o parte măreşte rezistenţa la tracţiune în zona de recondensare a apei, dar pe de altă parte determină şi o mărire a tensiunilor de compresiune care apar ca urmare a frînării dilataţiei. Cu toate acestea creşterea conţinutului de liant determină o reducere a tendinţei de apariţie a defectelor de dilataţie (fig. 6). Aceasta se explică prin faptul că creşterea conţinutului de liant are un efect mai mare în direcţia creşterii rezistenţei zonei de recondensare decît în direcţia reducerii compresibilităţii. Rezistenţa zonei de recondensare creşte atît datorită creşterii conţinutului de liant, cît şi datorită scăderii relative a gradului de suprasaturare cu apă a liantului (raportul apă-liant în această zonă va fi mai mic). Tensiunile de dilatare cresc ca urmare a măririi rezistenţei peliculei de liant dar creşterea tensiunilor este mai puţin afectată, întrucît lianţii minerali suferă la încălzire (aşa cum s-a arătat) o contracţie volumică (în special argila).

Diagrama formării cutelor permite să se urmărească foarte uşor influenţa cantitativă a conţinutului de liant, a umidităţii şi a adaosurilor din amestec asupra sensibilităţii la defecte de dilataţie. În exemplul prezentat (fig. 7) s-a pornit de la un amestec iniţial cu 6% bentonită şi 2% apă, analizîndu-se influenţa variaţiei conţinutului de liant, apă, oxid de fier, căr-

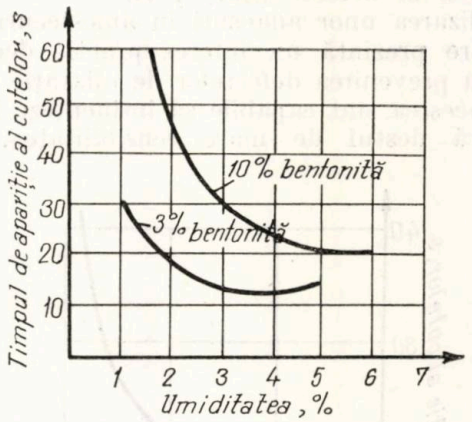


Fig. 6. Influenţa umidităţii asupra tendinţei de formare a cutelor [15].

bune, paie tăiate, făină de lemn şi alte adaosuri, asupra duratei critice de iradiere care s-a luat drept criteriu de măsură a sensibilităţii la defecte de dilataţie. Cifrele înscrise pe figură indică în procente cantitatea de material de adaos introdusă în amestecul iniţial [9].

Umiditatea constituie un factor influent primordial deoarece formarea defectelor de dilataţie este strîns legată de formarea unei

zone de recondensare suprasaturată în apă, cu rezistenţă mecanică scăzută. La o umiditate iniţială mai mare a amestecului în zona de recondensare se va condensa o cantitate mai mare de vapori, ceea ce afectează rezistenţa

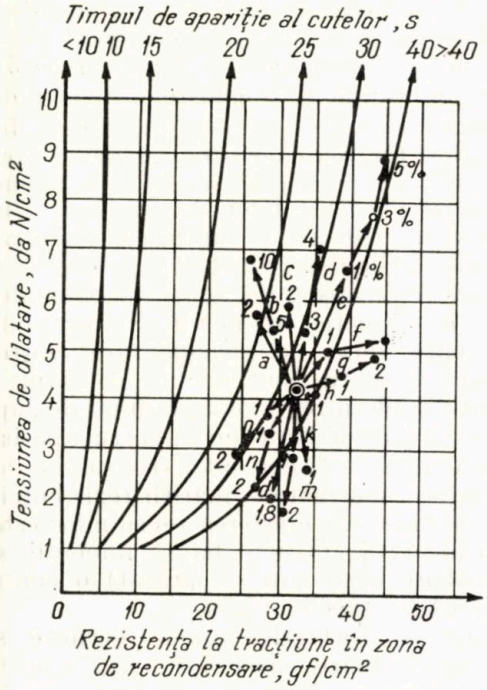


Fig. 7. Influenţa unor adaosuri asupra duratei critice de iradiere la un amestec cu 6% bentonită :

a — Kieselgur; *b* — bentonită calcinată; *c* — oxid de fier; *d* — apă; *e* — cărbune mineral; *f* — liant umflant; *g* — bentonită; *h* — liant umflant; *k* — liant umflant; *m* — făină de turbă; *n* — paie tocate; *o* — făină de lemn [9].

la tracţiune a acestei zone, accentuînd sensibilitatea la defecte (fig. 6, 7).

Utilizarea unor adaosuri în amestecurile de formare prezintă un interes practic deosebit pentru prevenirea defectelor de dilataţie deoarece acestea sînt capabile să influenţeze într-o măsură destul de mare sensibilitatea. Din

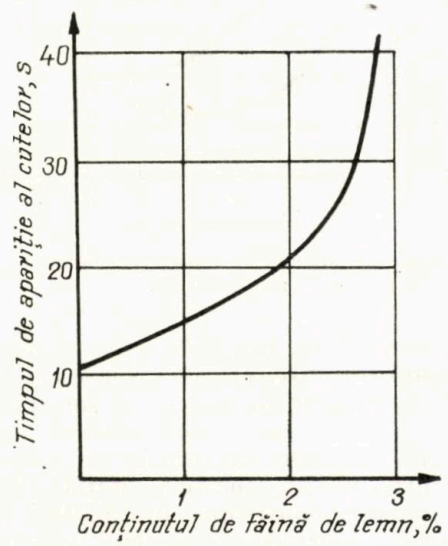


Fig. 8. Influenţa adaosului de făină de lemn asupra formării defectelor de dilataţie [18].

acest punct de vedere cele mai eficiente adaosuri par a fi făina de lemn şi făina de cereale. Unii autori consideră că aceste adaosuri sînt singurele mijloace justificate — eficiente şi economice — de combatere a defectelor cauzate de dilataţie. Unele dintre aceste adaosuri au însă în acelaşi timp şi un efect negativ asupra celorlalte proprietăţi tehnologice şi mecanice ale amestecurilor de turnare, fapt care trebuie avut în vedere la dozarea unor reţete optime.

Făina de lemn are o eficacitate foarte mare în privinţa reducerii tendinţei de formare a defectelor de dilataţie. Adăugată în amestecuri în cantităţi relativ mici (1—3%) duce la o creştere considerabilă a duratei critice de iradiere sau chiar la dispariţia totală a defectelor (fig. 8) [18]. Acţiunea ei se explică prin aceea că în contact cu umiditatea din amestec absoarbe apă şi se umflă, iar apoi la turnare, prin uscare, îşi micşorează volumul, se aprinde şi arde, permiţînd contracţia liberă a cuarţului. Sînt recomandate esenţele de lemn moale (pin, brad) care au o capacitate mai bună de umflare. Fineţea făinii de lemn trebuie să fie destul de mare, în orice caz superioară fineţii nisipului. Adaosul făinii de lemn afectează însă negativ caracteristicile mecanice ale amestecurilor de formare. Cu toate acestea, foarte mulţi autori consideră adaosul de făină de lemn cel mai bun remediu în vederea combaterii defectelor cauzate de dilataţie.

Făina de cereale şi produsele amidonoase sau zaharoase (dextrina, melasa, amidonul etc.) îşi exercită influenţa pe două căi : pe de o parte, prin ardere creează spaţii libere care favorizează dilatarea liberă a nisipului, iar, pe de altă parte, măresc rezistenţa amestecului, în special în zona supraumedă, reducînd în felul acesta tendinţa de desprindere a stratului superficial afectat de şocul termic.

Materialele fibroase organice (turbă, paie tăiate) au de asemenea un efect favorabil datorită posibilităţilor de ardere. În acelaşi timp constituţia fibroasă a acestor adaosuri are efect pozitiv asupra rezistenţei la tracţiune.

Cu privire la influenţa adaosurilor de cărbune mineral şi vegetal asupra tendinţei de formare a defectelor de dilataţie se întîlnesc păreri contradictorii. Unii autori afirmă că adaosul de praf de cărbune reduce sensibilitatea la defecte de dilataţie [14], [15]. Din cercetările efectuate de W. Patterson şi D. Boenisch a rezultat că adaosul de cărbune mineral nu influenţează practic tendinţa formării cutelor. Linia care indică creşterea conţinutului de cărbune merge aproape paralel cu linia timpului de apariţie a cutelor de 40 s (fig. 7) [9]. Se observă pe diagramă că praful de cărbune mineral, chiar la conţinuturi mici, măreşte considerabil tensiunile de compresiune. Rezultă că praful de cărbune nu ar fi recomandat pentru prevenirea formării cutelor. Rezultatele şi con-

cluziile contradictorii ale diverşilor cercetători determină să se afirme că efectul prafului de cărbune depinde mult de calitatea şi natura acestuia.

Influenţa caracteristicilor constructive ale formei. Diminuarea îndesării formelor duce la

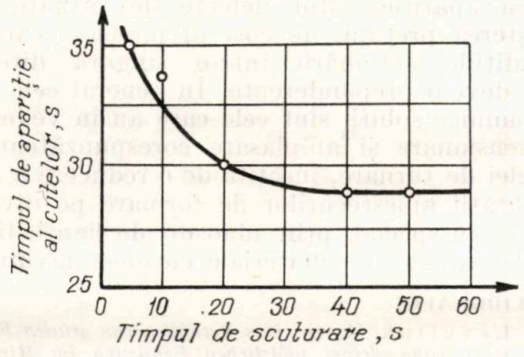


Fig. 9. Influenţa stării de îndesare a amestecului asupra duratei critice de iradiere [8].

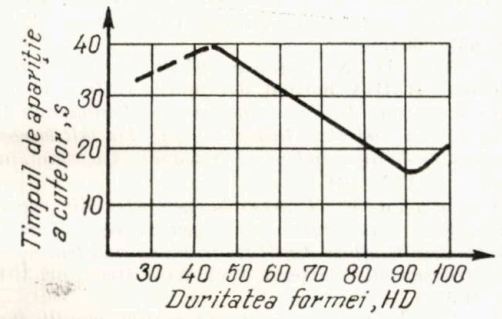


Fig. 10. Influenţa gradului de îndesare asupra tendinţei de formare a cutelor [15].

mărirea timpului de apariţie a defectelor de dilataţie (fig. 9 şi 10), ceea ce înseamnă că reducerea îndesării formelor în anumite limite poate să constituie un remediu ieftin şi eficace de prevenire a defectelor de dilataţie. Efectul reducerii gradului de îndesare asupra formării defectelor de dilataţie se explică prin creşterea compresibilităţii reziduale a amestecului, fapt care determină o atenuare a tensiunilor determinate de frînarea contracţiei. De asemenea reducerea gradului de îndesare este însoţită de creşterea permeabilităţii, care are efect favorabil în privinţa evacuării gazelor şi vaporilor fierbinţi, reducînd şocul termic.

Modul de execuţie a maselotelor influenţează de asemenea formarea defectelor de dilataţie. Practicarea unor maselote deschise permite evacuarea gazelor fierbinţi şi a unei părţi din vaporii formaţi direct în atmosferă prin deschiderea maselotei (fig. 11). Suprasaturarea în apă a zonei de recondensare scade considerabil, crescînd astfel rezistenţa la tracţiune a amestecului din această zonă [5].

Culoarea suprafeţelor interioare ale formei, care sînt expuse radiaţiei, influenţează asupra formării defectelor cauzate de dilataţie. Un amestec de formare de culoare deschisă absoarbe mai puţin şi reflectă mai mult căldura decît un amestec de culoare închisă. S-a constatat că timpul critic de iradiere este de circa patru ori mai mare la o formă cu suprafaţă de culoare deschisă decît la una cu suprafaţă de culoare închisă [13]. Rezultă că prin pudrarea suprafeţelor formelor, care sînt expuse radiaţiei un timp mai îndelungat, cu pudre albe sau de culoare deschisă, se poate reduce tendinţa formării defectelor de dilataţie. În orice caz din acest punct de vedere la formele care prezintă un pericol mare de apariţie a defectelor de dilataţie va trebui să se evite utilizarea unor amestecuri de culoare închisă sau introducerea în amestec a unor materiale de adaos de culoare neagră (grafit, praf de cărbune, smoală). Se recomandă că în aceste cazuri pentru stratul superficial al formelor să se utilizeze amestec de model, preparat numai cu nisip nou.

În cazul unor piese în formă de placă, defectele de dilatare pot fi înlăturate prin modificarea poziţiei formelor la turnare (fig. 12). Prin înclinarea formei atît suprafaţa metalului care radiază căldură, cît şi suprafaţa peretelui formei expuse radiaţiei, se micşorează. Se reduce deci atît intensitatea şocului termic, cît şi mărimea suprafeţei formei susceptibile la apariţia defectelor.

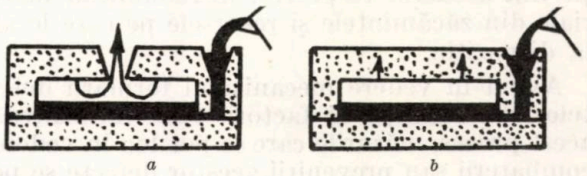


Fig. 11. Evacuarea aerului şi a vaporilor de apă în cazul unei forme cu maselotă deschisă *a* şi în cazul unei forme închise *b*.

Dimensionarea şi amplasarea alimentatorilor influenţează formarea defectelor de dilataţie, prin intermediul duratei de umplere a formei, de care depinde timpul de iradiere a pereţilor formei. Dacă durata de umplere este mai mică decît durata critică de iradiere a formei respective, pericolul apariţiei defectelor de dilatare este evitat complet. Reducerea duratei de umplere a formelor este însă de multe ori limitată de considerente tehnologice. Rezultă că prevenirea defectelor de dilataţie prin reducerea duratei de umplere nu este întotdeauna posibilă; de asemenea nu este nici economică deoarece duce la scăderea coeficientului de utilizare a metalului lichid datorită supradimensionării reţelei de turnare.

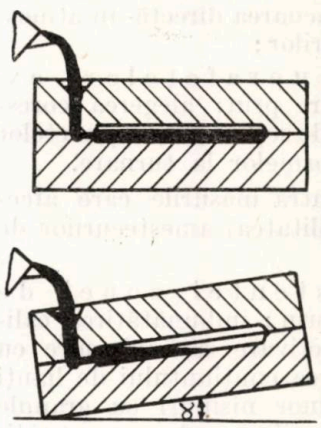


Fig. 12. Reducerea tendinţei de formare a cutelor prin înclinarea formei.

Unul din cele mai sigure remedii în privinţa combaterii totale a defectelor de dilataţie îl constituie armarea cu cuie de turnătorie a suprafeţelor formei expuse acestui pericol. Şi această metodă prezintă însă un inconvenient destul de mare deoarece elementele de armare aderă la piesele turnate sporind mult cheltuielile pentru curăţarea acestora.

Concluzii pentru practica turnătoriei. Deoarece calitatea şi natura mineralogică a materialelor de formare influenţează în măsură destul de mare sensibilitatea amestecurilor la defecte de dilataţie, relaţiile cantitative stabilite de diverşi cercetători au valabilitate evident numai în condiţiile utilizării unor materiale din aceleaşi zăcăminte naturale. Rezultatele acestor cercetări permit totuşi să se stabilească unele concluzii calitativ generale, importante pentru practică, pe baza cărora să se orienteze cercetările din laboratoarele şi atelierele de turnătorie. Pentru a stabili însă măsurile optime care trebuie luate pentru combaterea defectelor şi în special mărimea la care trebuie dozat fiecare factor, este necesar ca în fiecare atelier de turnătorie să se efectueze cercetări proprii în condiţiile concrete ale procesului de producţie din atelierul respectiv, întrebuinţînd materiale din zăcămintele şi resursele pe care le are la dispoziţie.

Avînd în vedere mecanismul formării defectelor de dilataţie şi factorii care influenţează acest proces, măsurile care se pot lua în vederea combaterii sau prevenirii acestor defecte se pot împărţi în două grupe:

Prima grupă cuprinde măsurile care afectează solicitarea termică a formei şi anume:

Reducerea intensităţii şocului termic prin: micşorarea temperaturii de turnare a metalului; reducerea timpului de umplere a formei; practicarea unor deschideri în maselote pentru evacuarea directă în atmosferă a gazelor şi vaporilor;

Micşorarea suprafeţelor expuse defectelor prin: alegerea corespunzătoare a planului de separaţie şi a punctelor de atac; înclinarea formelor la turnare.

În a doua grupă intră măsurile care afectează calitatea (sensibilitatea) amestecurilor de formare:

Mărirea rezistenţei zonei de recondensare prin: îmbunătăţirea calităţii lianţilor (prin activare sau înlocuire cu alţii mai buni); mărirea conţinutului de lianţi minerali; utilizarea unor nisipuri cu granule mari, uniforme şi rotunjite; reducerea umidităţii amestecului; prepararea optimă a amestecului.

Mărirea compresibilităţii amestecului prin: diminuarea gradului de îndesare; utilizarea unor materiale cu refractaritate scăzută; utilizarea unor adaosuri eficace, care îşi micşorează volumul la turnare prin uscare sau ardere.

În practică pentru stabilirea unor soluţii optime este indicat să se acţioneze pe mai multe căi deoarece fiecare dintre măsurile amintite cuprinde şi unele incoveniente (posibilitatea apariţiei altor defecte de turnare sau creşterea preţului de cost al pieselor) care în condiţiile acţionării într-o singură direcţie pot deveni preponderente. În general cele mai economice soluţii sînt cele care au în vedere o dimensionare şi amplasare corespunzătoare a reţelei de turnare, însoţită de o reducere a sensibilităţii amestecurilor de formare pe diverse căi şi, în special, prin adaosuri de lianţi, făină de lemn sau alte materiale cu efect favorabil.

BIBLIOGRAFIE

[1] Levelink H. G. *Das Verhalten von grünen Formsand währendeiner plötzlichen Erhitzung im Hinblick auf das Entstehen von Gussfehlern.* Giesserei, nr. 1, 1958, p. 1–9.

[2] Levelink H. G. şi Van H. Der Berg. *Wasserexplosion als Ursache Gussfehlern.* Giesserei, nr. 22, 1969, p. 655–664.

[3] Taylor D. A. *Influence of sand on the formation of scabs.* BCIRA Journal, decembrie, 1950, p. 693–701.

[4] Hofmann F. *Die thermische Beständigkeit von Bentoniten und ihre Bedeutung für das betriebliche verhalten bentonitgebundener Formsande.* Giesserei, nr. 5, 1963, p. 123–131.

[5] Hofmann F. *Untersuchungen über die wasserverdampfung aus grunen und getrockneten Sandformen unter dem Einfluss der Hitzestrahlung und leitung durch das Giessmetall.* Giesserei, Tech-Wiss, Beih., nr. 3, 1962, p. 169–177.

[6] Dietert H. W. *Controling casting quality through sand Testing.* Foundry, august, 1958, p. 58–61.

[7] Krützner F. şi Hill F. *Die Kritische Bestrahlungs dauer als giesstechnisches Mass zum Vermeiden von Sandausdehnungsfehlern bentonitgebundener Formsande.* Giesserei, nr. 17, 1966, p. 547–554.

[8] Boenisch D. şi Patterson W. *Discussion of the scabing tendencies of green sand.* Brit. Foudryman, nr. 11, 1967, p. 438–447.

[9] Patterson W. şi Boenisch D. *Das Scülpendiagramm fur Nassgussande.* Giesserei, nr. 21, 1964, p. 634–641.

[10] Patterson W. şi Boenisch D. *Druch Ausdehnung grüner Giessereiformsande verursachte Gussfehler.* Giesserei, nr. 4, 1961, p. 81–87.

[11] Patterson W. şi Boenisch D. *Zusammenhang Zwischen Fehlerneigung grüner Formsande und Nassfestigkeit.* Giesserei, nr. 7, 1961, p. 157–166.

[12] Patterson W. şi Boenisch D. *Die Bedeutung der Festigkeit feuchter tongenbundener Formsande, insbersondere der Nassfestigkeit.* Giesserei Tech-Wiss, Beih, nr. 3, 1961, p. 157–193.

13] Boenisch D. *Über den nachteiligen Einfluss dunkler Formsandzusätze.* Giesserei, nr. 21, 1967, p. 567–570.

[14] Lungu A., Negreanţu L. şi Corcodel A. *Contribuţii la eliminarea defectelor de suprafaţă la piesele turnate în forme crude.* A V-a Conferinţă de turnătorie, I. P. Braşov, p. 173–209.

[15] Virolle X. şi Rochier M. *Défauts de fonderie liés à l'anomalie de dilatation du quartz: ver, gale et gueue de rat.* Fonderie, nr. 239, 1966, p. 19–34.

[16] Jungbluth H. *Über die Schulpenbildung.* Giesserei, nr. 14, 1967, p. 365–374.

[17] Nicolas P. *Étude de la gale, les remedes correspondats.* Fonderie, nr. 77, 1952, p. 2983–2984.

[18] Goad P. W. *Crust separation test for investigating sand expansion defects.* Modern casting, iulie, 1959, p. 86–98.

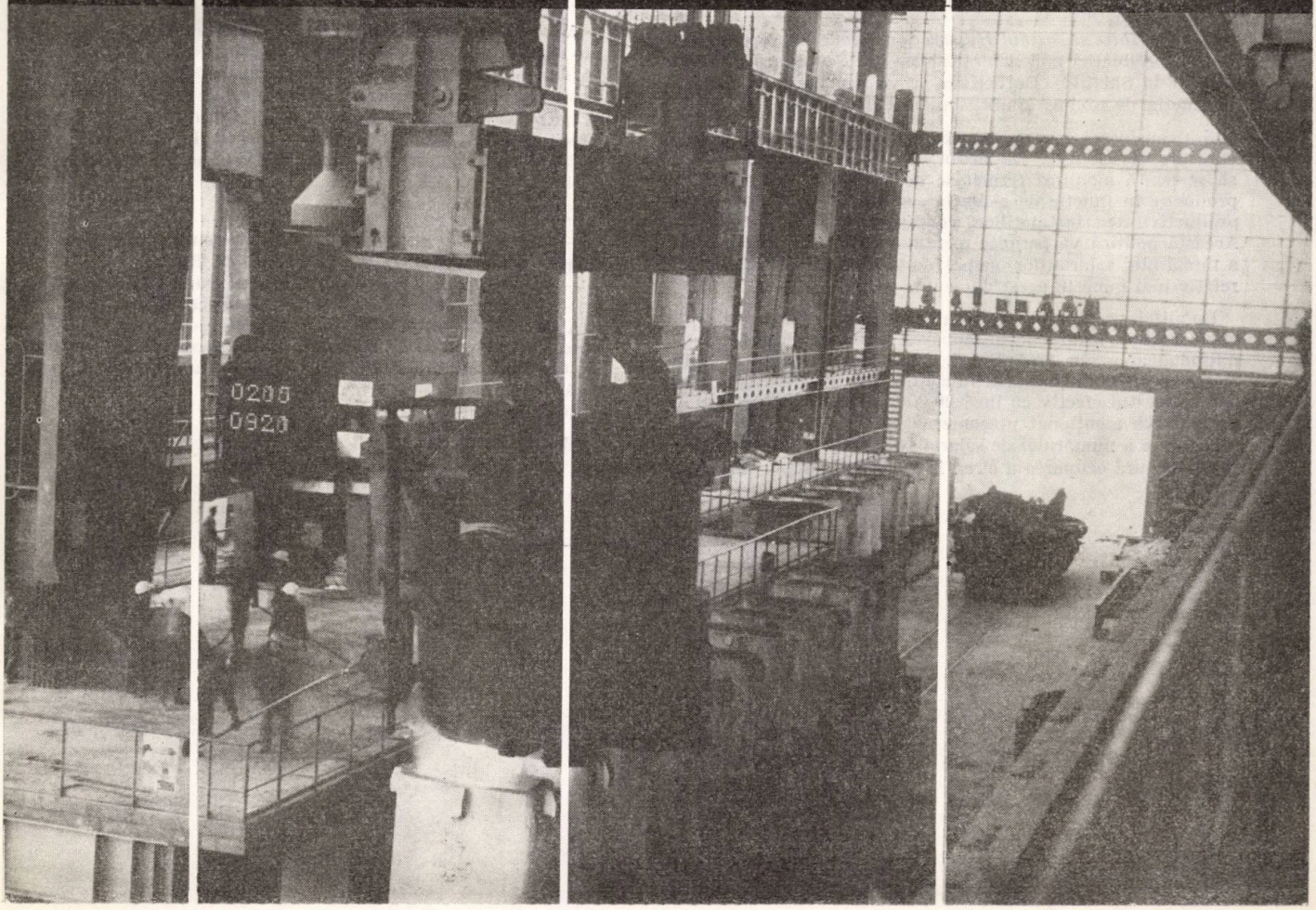
INTREPRINDEREA DE CONSTRUCȚII ȘI MONTAJE SIDERURGICE

GALAȚI

a realizat în ultimii doisprezece ani pentru C.S. Galați:

- furnale de 1 700 m³
- laminoare de tablă groasă și de benzi laminate la rece și la cald
- oțelării L.D. cu convertizoare de 150 t
- baterii de cocsificare de 330 000 t/an
- fabrici de aglomerare cu benzi de 156 m²
- fabrici de oxigen
- fabrici de blocuri dolomitice
- stații de transformare
- captări, aducțiuni și gospodării de apă
- silozuri și coșuri industriale glisate
- căi ferate
- drumuri
- instalații complexe de fluide termoenergetice
- instalații complete și complexe electrice și de automatizare
- consolidări de teren cu piloți forați, sistem Franky, din beton, prefabricați și pretensionați
- laboratoare siderurgice
- lucrări de interes general și edilitare

obiective la care a executat întreg ansamblu de lucrări de construcții, instalații, montaj și punere în funcțiune, folosind mijloace tehnice moderne de mare capacitate, exploatate de personal bine calificat, lucrări conduse și supravegheate de specialiști tehnicieni și ingineri experimentați.



INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

Autorizația pentru British Steel Corporation de a investi 3 milarde de lire sterline în următorii 10 ani. Din declarația făcută în Camera Comunelor de M. Peter Walker, Secretar de Stat pentru Comerț și Industrie, în legătură cu dezvoltarea industriei siderurgice în Marea Britanie au rezultat următoarele :

S-a perfectat un acord cu British Steel Corporation (B.S.C.) asupra unui program de modernizare a producției britanice de oțel pentru următorii 10 ani. Acest program necesită un volum de investiții de 3 mld. lire sterline, fiind cel mai mare din cîte au fost în siderurgia britanică și are ca obiect de a da Marii Britanii o siderurgie modernă, eficientă, rentabilă și capabilă de a susține concurența cu restul lumii. Programul cuprinde :

— dezvoltarea sensibilă a 5 dintre marile uzine existente, (Newport, Port Talbot, Ravenscraig, Anchor și Lackenby), precum și a uzinei de oțeluri speciale din regiunea Sheffield—Rotherham ;

— crearea unui nou centru siderurgic.

Conform programului, producția societății B.S.C. va ajunge în jurul anului 1980 la cca. 33 mil. t oțel, care, împreună cu sectorul particular (în prezent 3 mil. t oțel/an) va asigura o producție de oțel pentru Anglia de 38 mil. t.

Pe regiuni și uzine dezvoltările preconizate se prezintă astfel :

În *Țara Galilor*, în afară de dezvoltarea uzinei din Newport, actualmente în curs de realizare, se prevede mărirea capacității uzinei din Port Talbot la 6 mil. t. În acest fel producția de oțel a acestei regiuni va atinge cca. 10 mil. t/an și va absorbi aproximativ 30% din totalul investițiilor alocate.

În *Scoția* capacitatea uzinei din Ravenscraig se va mări la 3,2 mil. t oțel/an. Se vor instala la Hallside cuptoare electrice cu capacitate totală pînă la 1 mil. t urmînd a fi mai tîrziu alimentate de instalațiile de reducere directă care se vor amplasa la Hunterston. Capacitatea acestei regiuni va ajunge astfel la 4,5 mil. t oțel/an.

În regiunile din *Nord-Est* se prevede extinderea uzinei din Lackenby și crearea în apropierea acesteia a unui nou centru siderurgic (în partea de sud a rîului Tees). Noul centru urmează a fi realizat în două etape, fiecare etapă cu o capacitate de 3,5 mil. t oțel/an. În final, capacitatea în această regiune va ajunge la 12 mil. t.

În *Yorkshire și bazinul Humber* se prevede creșterea însemnată a producției noii uzine Anchor din Scunthorpe. În uzinele de la Sheffild—Rotherham se va moderniza și dezvolta producția de oțeluri aliate și oțeluri inoxidabile.

S-a considerat necesar ca acestui program să i se asigure o oarecare elasticitate. De aceea, a fost convenit cu B.S.C. să se poată modifica termenele de construcție și punere în producție în funcție de evoluția cererii de oțel, a prețurilor, productivitatea instalațiilor, condițiilor de concurență etc. Această politică va permite menținerea în mai mare măsură a numărului salariaților ocupați în siderurgie și o stabilitate relativ mai bună în acest domeniu.

De altfel, programul va ridica o serie de probleme sociale în unele regiuni legate de neocuparea forței de muncă. De la naționalizarea din 1967 B.S.C. și-a redus efectivul de salariați cu 27 000, iar măsurile în continuare vor antrena o reducere a acestui efectiv cu încă 20 000 persoane. Programul de perspectivă menționat preconizează pînă la finele deceniului o reducere a numărului de salariați cu încă 30 000. Noul program asigură ocuparea a circa 180 000 persoane în siderurgie dar va oferi posibilități de lucru la cca. 75 000 persoane în construcții, construcții mecanice și electrice.

Industria britanică are nevoie de un oțel de înaltă calitate la un preț competitiv pentru a putea contribui la expansiunea economiei naționale oferită de Piața Comună și la participarea la dezvoltarea comerțului mondial. Se consideră că dezvoltarea și modernizarea siderurgiei britanice va permite asigurarea unui loc corespunzător în rîndul principalilor producători de oțel din Europa și din lume.

(Revue de métallurgie, nr. 2, 1973, p. 46E—48E).

★

Ajutor financiar C.E.E. pentru cercetarea siderurgică. Comisia europeană, după consultarea Comitetului consultativ C.E.C.O. și pe baza avizului Consiliului de miniștri, a decis să atribuie un ajutor financiar în valoare de 5 431 133 unități de cont pentru 15 proiecte de cercetare tehnică siderurgică. Aceste cercetări se referă la :

— tratamentele termomecanice ale oțelurilor ;
— profilarea la rece a oțelurilor ;
— capacitatea oțelurilor de prelucrare la rece ;
— mecanizarea prelevării fontei și oțelului lichid ;
— îmbunătățirea comportării gurilor de vînt la furnale ;
— mecanismele structurale ;
— gestiunea ansamblului cuptoare adînci-slebing ;
— comportarea la fluaj a îmbinărilor sudate ;
— comportarea soluțiilor solide și studiul suprafeței ;
— noi tehnici de exploatare în bazinul ferifer din estul Franței ;
— dezvoltarea unei metode de abataj prin havare a minereului de fier semidur de origină oolitică ;
— punerea la punct a unei noi tehnologii de exploatare în condiții geologice și miniere dificile ;
— reducerea directă a minereurilor de fier : procedeul PUROFER ;
— controlul automat al procesului cu ajutorul calculatorului.

(L'Usine Belge, Belgia, 49, nr. 2337, 2 dec., 1972, p. 2).

★

Adaosul de ceriu — mischmetal la fonta maleabilă cu inimă neagră. Institutul Austriac de Turnătorie a studiat influența unui adaos de 0,1% amestec ceriu-mischmetal asupra structurii și caracteristicilor unei fonte maleabile feritice cu inimă neagră. Acest adaos s-a făcut în jetul de turnare. Epruvetele, cu sau fără adaos, au fost supuse recoacerii la 950°C, la durate eșalonate de la 2 la 20 h, apoi la 700°C, cu durate de menținere variabile.

Concluzii :

— adaosul de ceriu-mischmetal provoacă o creștere a numărului de moduli (130 la mm² față de 20) ;
— o reducere a dimensiunii medii a grăunților de ferită ;
— o scădere foarte mare a duratei recoacerii ;

Astfel, pentru un prim stadiu de recoacere de 10 h la 960°C, durata celui de-al doilea stadiu la 700°C nu este decît de 4—5 h pentru fonta tratată și de 15 h pentru fonta maleabilă netratată.

Conținutul de carbon trebuie să fie fixat la 1,99%.

(Materiéls Nouveaux et Techniques Mondiales, Franța, nr. 206, dec., 1972, p. 21).

Compresor rotativ axial ČKD

Întreprinderii de comerț exterior PRAGOINVEST îi revine exportul mașinilor și instalațiilor concernului cehoslovac ČKD — Praga. În secția specială de compresoare sînt fabricate cele mai diferite tipuri de compresoare și compresoare rotative. Printre acestea o poziție însemnată o ocupă :

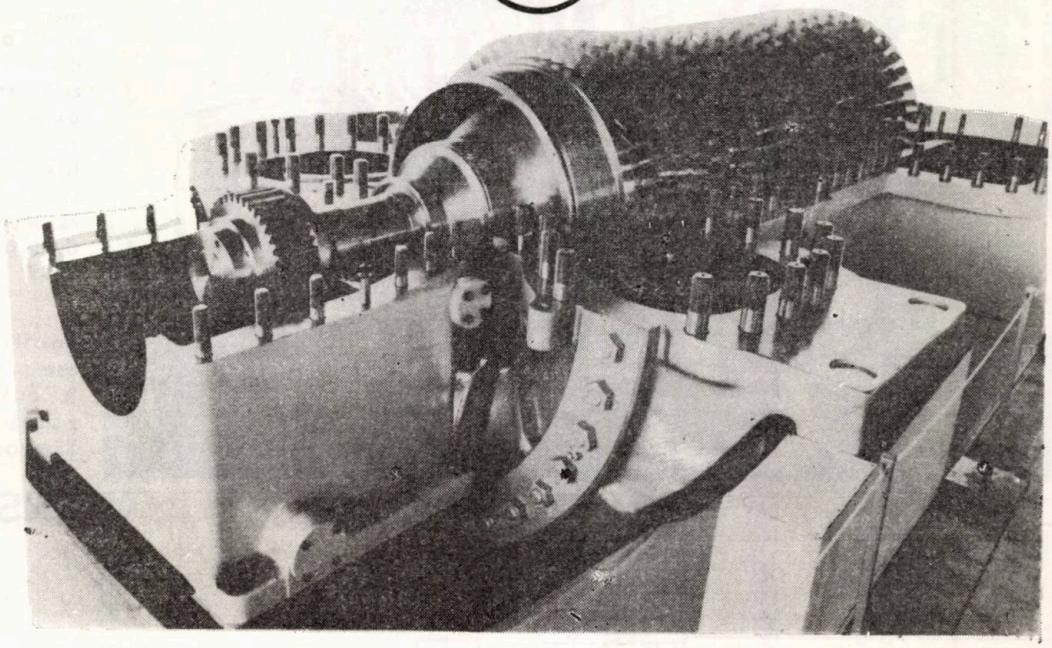
Compresoarele rotative axiale
care sînt folosite drept compresoare de aer pentru turbine cu gaze de combustie sau furnale. Ele vin în considerare în cazul cînd sînt necesare debite mari și mijlocii de aer sau gaze la presiuni mici și mijlocii. Compresoarele rotative axiale ČKD pot fi folosite și pentru producerea aerului comprimat la presiune absolută de cca. 8 da N/cm² pentru mine sau pentru centralele de aer comprimat echipate cu unități mari care deservesc regiuni miniere. Domeniul cel mai larg de folosire și-l găsesc compresoarele rotative axiale la construcția turbinelor cu gaze de combustie, căci randamentul compresorului constituie factorul cel mai important care determină randamentul global al turbinei cu gaze de combustie.

Compresoarele rotative ČKD sînt concepute pentru a fi montate pe fundații de beton prevăzute cu un subsol în care pot fi sistemate accesoriile și conductele de refulare. Carcasa compresorului este turnată și are planul de separație constructivă orizontal sau vertical. Camerele de aspirație și refulare sînt astfel conformate încît pierderile de presiune să fie minimale, iar distribuția aerului, adus la ajustajele de intrare, să fie uniformă. Rotoarele sînt construite, în funcție de dimensiunile mașinii și de solicitările mecanice, fie ca piesă masivă, fie ca tambur sau din discuri, fiind prevăzute cu lagăre de alunecare pentru turații mari, funcționînd cu ungere sub presiune.

Compresoarele rotative ČKD sînt echipate cu un sistem de protecție tehnologică funcționînd automat, în așa fel încît să fie evitată avarierea mecanismelor în cazul că apar abateri de la principalii parametri prescriși. Funcționarea complet automată a compresoarelor rotative poate fi supravegheată de la un tablou de comandă sau de la un tablou dispecer centralizat.

Domeniul de performanțe al compresoarelor rotative ČKD :
— debit nominal, Q : $40 \cdot 10^3 - 41 \cdot 10^4$ m³/h;
— presiunea nominală la ștuțurile de refulare, pv :
2,4 — 3,2 daN/cm² abs.
3,8 — 5,1 daN/cm² abs.

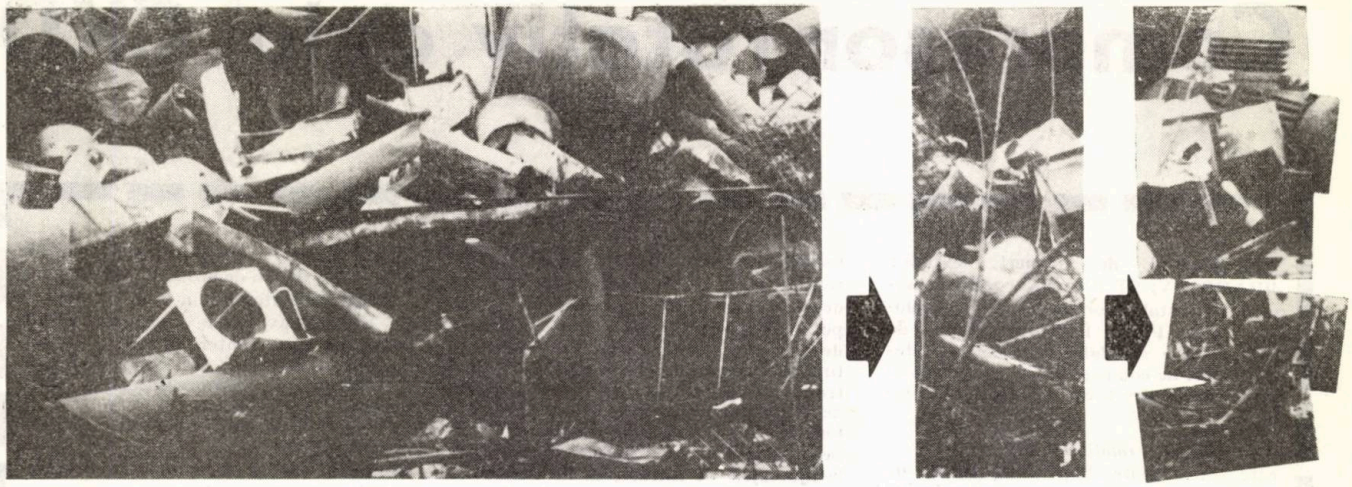
Experiența îndelungată a întreprinderilor specializate ČKD — Praga, precum și propriul institut de cercetări al întreprinderii, echipat cu un banc de probă unic în lume, asigură un bun nivel tehnic pentru compresoarele rotative axiale ČKD. Ca exemplu poate fi citat compresorul rotativ axial TK 19 AVA 100, destinat pentru o turbină cu gaze de combustie, compresor care asigură la turații de 3 000 rot/min un debit de 220 000 m³/h, la presiunea de admisie de 1 at și la presiunea de refulare de 4 at.



Date amănunțite asupra compresoarelor produse le puteți obține de la exportatorul produselor ČKD.

pragoinvest

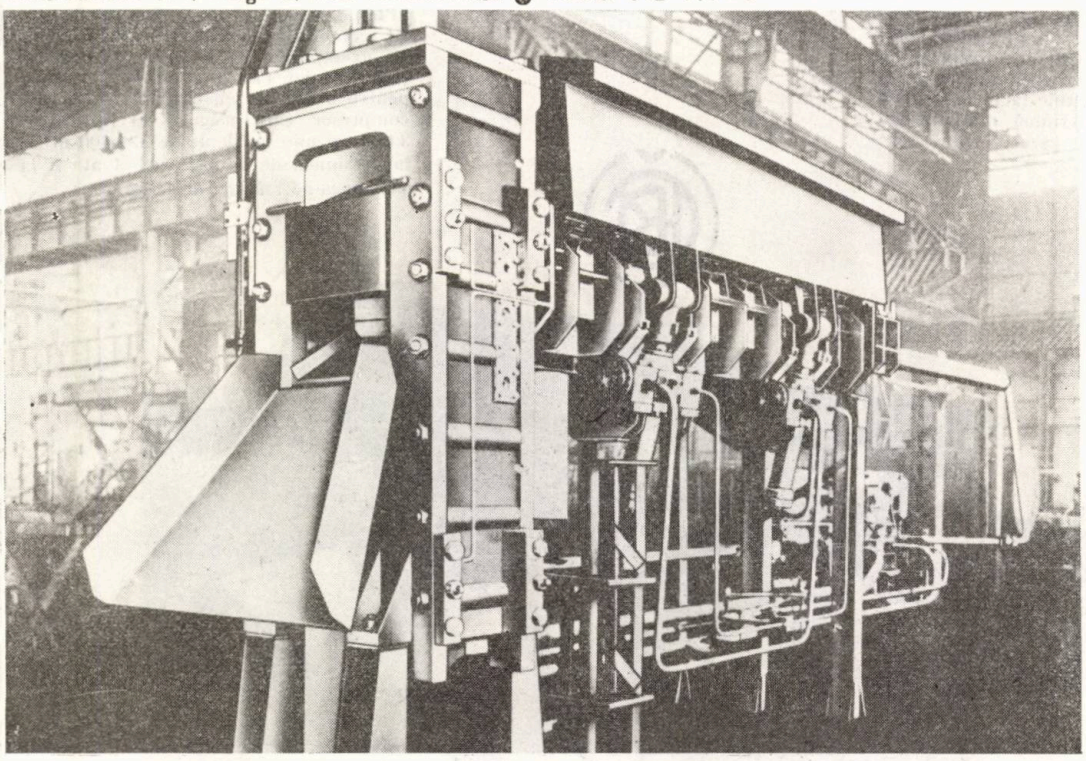
Întreprinderea de comerț exterior
Ceskomoravska 29
Praga — R. S. Cehoslovacă



Prelucrarea fierului vechi ancombrant poate să fie facilitată de foarfeca hidraulică pentru deşeuri CNS 800—C cu forţă de tăiere de 800 mii daN

Strojimport

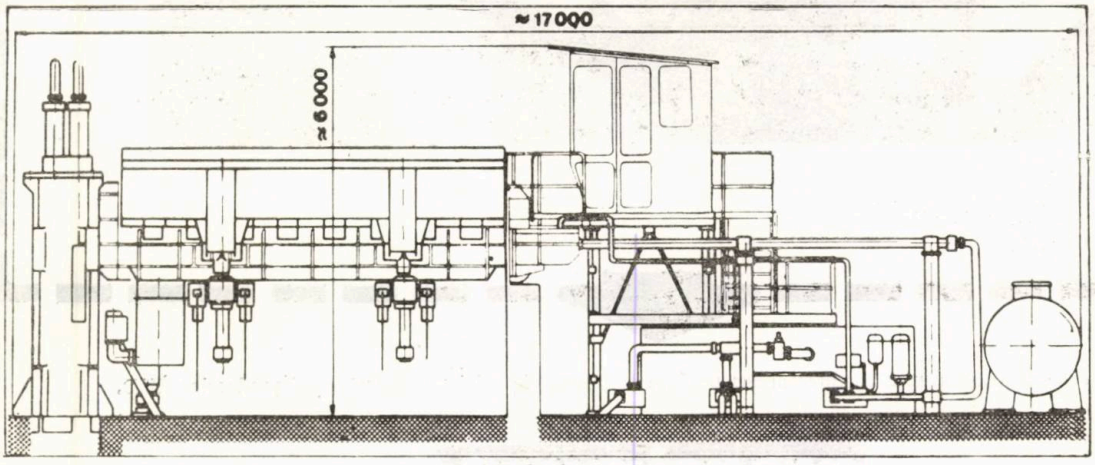
Vinohradská 184, Praga 3, R.S. Cehoslovacă ● Telex: 012 141—5



Maşina este destinată în special pentru tăierea fierului vechi ancombrant

Foarfeca poate tăia un larg sortiment de deşeuri metalice, cum ar fi profilele laminate de dimensiuni mari cu secţiuni rotunde pînă la 150 mm diametru, care pînă acum trebuiau tăiate oxiacetilenic în depozitele de fier vechi. In secţiile metalurgice aceste maşini înlătură lucrările manuale de productivitate redusă.

Foarfeca CNS 800-C este produsă de uzinele Žďárské Strojirny a slévárny Žďár nad Sázavou.



CNS 800-C

PUBLICOM

Botha L., p. 562—564 CD 620.18 : 669.22'73

Contributions à l'étude métallographique du pseudoalliage sintétisé Ag—CdO destiné aux contacts électriques

On décrit le procédé de polissage électrolytique des éprouvettes en pseudoalliage concrétisé Ag—CdO. En utilisant une solution d'électrolytes convenable, on met en évidence des structures métallographiques dans lesquelles devient visible la dispersion très fine de l'oxyde de cadmium dans les contacts électriques à base de Ag—CdO.

Svetenco O. et *Săvulescu P.*, p. 565—567 CD 669.056.9 :621.3.023

Le dépôt des alliages durs sur la partie active des socs à chauffage par des courants de haute fréquence

On présente le résultat obtenu à la suite de certaines recherches effectuées dans des conditions de laboratoire, en première phase et ensuite des expérimentations industrielles pour établir la technologie de dépôt du sormaite par chauffage à induction, sur les socs de charrue.

La nouvelle technologie résoud le problème de la durée du travail, réduit les consommations de matériaux auxiliaires, la couche déposée est propre, uniforme et adhérente, les eventuelles exfoliations de la couche dure étant evitées.

On a remarqué une dureté de 56—60 HRC.

Cornea A., Segărceanu T. et *Giurgea Mariana*, p. 568—573 CD 669.733.23

L'extraction liquide-liquide du carbone et du zinc à partir des solutions sulfuriques avec des acides carboniques

On présente les résultats des recherches entreprises en vue de récupérer le Cd et le Zn des eaux de lavage et des solutions provenant du lessivage des poudres volatiles résultées du processus d'agglomération des concentrés de plomb-zinc, en appliquant la méthode de l'extraction liquide-liquide, avec des acides carboxiliques.

On a étudié l'équilibre de distribution du Cd, Zn, Cu, Al, Fe, As, Se, Te, Ge, V entre la solution aqueuse et la solution organique d'acides carboxiliques dans du pétrole lampant, les conditions d'extraction du Cd et du Zn des solutions résultées lors du lessivage des poudres volatiles provenues de l'agglomération des concentré de zinc-plomb, tout en établissant l'influence de certains paramètres de travail sur le rendement de l'extraction en flux continu sur des colonnes. Les rendements d'extraction ont été de 92 à 96 % pour le cadmium et de 90 à 94 % pour le zinc.

Toma O. et *Crişan T.*, p. 574—576 CD 543.42 : 669.715

La détermination, par spectrophotométrie d'absorbtion atomique, de la teneur en cuivre, en manganèse, en fer et en zinc du duraluminium

On décrit une méthode spectrophotométrique d'absorbtion atomique pour la détermination rapide et précise de la teneur en cuivre, en manganèse, en fer et en zinc, du duraluminium.

Pour l'usinage de l'éprouvette, la méthode prévoit l'utilisation d'un creuset en teflon, évitant ainsi la nécessité de l'existance d'un creuset en platine.

Popa N., p. 577—581 DC 669.14.018.8 : 665.6

La réalisation des clochettes en acier inoxydable pour les colonnes de distillation utilisées dans l'industrie pétrochimique

On présente la possibilité de réaliser, par emboutissage, sur une presse à simple effet, les clochettes en acier inoxydable pour la colonne de distillation de l'industrie pétrochimique.

On décrit toutes les phases technologiques, ainsi que les facteurs dont on doit tenir compte lors de l'établissement du processus technologique.

Бота Л., p. 562—564 ДК 620.18:669.22'73

К металлографическому исследованию спеченного псевдосплава Ag-CdO для электрических контактов

Описан способ электролитической полировки образцов псевдосплава Ag-CdO. При применении соответствующего электролитного раствора, выявляются металлографические структуры в которой заметна очень тонкая дисперсия окиси кадмия в электрических контактах на основе Ag-CdO

Светенко О и *Сэвулеску П.*, p. 565—567
ДК 696.056.9:621.3.023

Осаждение твердых сплавов на активную часть лемехов при нагреве токами высокой частоты

Приводятся результаты лабораторных исследований в первой стадии и последующие промышленные испытания для установления технологии осаждения сормаита, при индукционном нагреве, на лемехи плугов.

Новая технология разрешает вопрос продолжительности работы, снижает расходы вспомогательных материалов, даёт чистый, равномерный и прочно прилегающий слой, исключая возможность отслоений.

Достигнута твёрдость HRC 56—60.

Корня А., *Сегэрчану Т.* и *Джурджя Мариана*, p. 568—573 ДК 669.822

Экстраги рование способом жидкость-жидкость кадмия и цинка из сернокислых растворов при помощи карбоновых кислот

В статье приводятся результаты исследований, проведенных для рекуперации кадмия и цинка из промывочных вод и растворов от выщелачивания летучих пылей, получаемых в процессе спекания свинцово-цинковых концентратов, методом экстрагирования жидкость-жидкость карбоновыми кислотами.

Изучались равновесие распределения Cd, Zn, Cu, Al,Fe, As, Se, Te, Ge, V между водным и органическим растворами карбоновых кислот в керосине, условия экстрагирования Cd и Zn из растворов, получаемых при выщелачивании летучих пылей в процессе спекания цинково-свинцовых концентратов; было установлено также влияние некоторых рабочих параметров на выход экстрагирования в непрерывном потоке по колоннам. Выходы экстрагирования равнялись 92—96% для кадмия и 90—94 % для цинка.

Тома О. и *Кришан Т.*, p.574—576 ДК 543.42:669.715

Определение метододм атомно-абсорбционной спектрофотометрии содержаний меди, марганца, железа и цинка в дуралюминии

Описан атомно-абсорбционный спектрофотометрический метод для быстрого и точного определения содержаний меди, марганца, железа и цинка в дуралюминии.

Для обработки пробы метод предусматривает использование тефлонного тигля и таким образом отпадает необходимость в платиновом тигле.

Попа Н., p. 577—581 ДК 669.14.018.8:665.6

Производство колпаков из нержавеющей стали для дистиляционных колонн используемыхв нефтеперерабатывающей промышленности

В статье изложена возможность получения осадкой на прессе простого действия колпаков из нержавеющей стали для дистиляционной колонны в нефтеперерабатывающей промышленности.

Описаны все технологические стадии, а также факторы, которые необходимо учитывать при установлении технологического процесса.

Botha L., p. 562–564 DK 620.18 : 669.22'73

Beiträge zu der metallographischen Erforschung einer gesinterten Ag–CdO Pseudolegierung für elektrische Kontakte

Es wird das elektrolytische Polierverfahren für Muster aus einer gesinterten Ag–CdO Pseudolegierung beschrieben. Durch Benützung eines geeigneten Elektrolyts kann man ein metallographisches Gefüge erhalten in dem die sehr feine Verstreuung des Kadmiumoxyds in Ag–CdO Kontakten schtbar ist.

Svetenco O. und *Săvulescu P.*, p. 565–567 DK 669.056.9 : 621.3.023

Abscheidung von Hartlegierungen auf der Arbeitsfläche der Pflugeisen durch Erwärmung in Hochfrequenzstrom

Es werden Ergebnisse von Erforschungen, erst auf Laborstufe und nachher auf Industriestufe durchgeführt, zwecks Feststellung der Technologie von Sormaitabscheidung auf Pflugeisen durch Induktionserwärmung vorgelegt.

Die neue Technologie löst die Frage der Arbeitsdauer, vermindert den Verbrauch an Hilfsmaterialien, die abgeschiedene Schicht ist rein, gleichmässig und anhängend, da eine eventuelle Abschichtung vermeidet ist.

Die erhaltene Härte war 50–60 HRC.

Cornea A., *Segărceanu T.* und *Giurgea Mariana*, p. 568–573 DK 669.733.23

Liquid-Liquid Kadmium- und Zinkgewinnung aus schwefelsäurigen Lösungen mittels Karboxylsäure

Es werden die Ergebnisse von unternommenen Erforschungen zwecks Kadmium- und Zinkgewinnung, durch das Liquid-Liquid Gewinnungsverfahren mit Karboxylsäure, aus dem Schwemmwasser und den Laugungslösungen von flüchtigen Pulvern die im Agglomerationsvorgang der Blei-Zink-Konzentrate entstehen vorgelegt.

Es wurde das Verteilungsgleichgewicht von Cd, Zn, Cu, Al, Fe, As, Se, Te, Ge und V zwischen der wässerigen Lösung und der organischen Karboxylsäurelösung in Leuchtöl, als auch die Bedingungen der Gewinnung von Cd und Zn aus Laugungslösungen für flüchtige Pulver, aus der Agglomeration der Zink-Blei-Konzentrate stammend, untersucht. Es wurde gleichfalls der Einfluss einiger Arbeitsparameter auf die Extraktionsausbeute in kontinuierlichem Fluss kolonnenmässig festgestellt. Die Extraktionsausbeute war 92–96% für Kadmium und 90–94% für Zink.

Toma O. und *Crişan T.*, p. 574–576 DK 543.42 : 669.715

Spektrophotometrische Bestimmung durch atomische Absorption von Kupfer-, Mangan-, Eisen- und Zinkgehalt in Duralumin

Es wird eine spektrophotometrische Methode mittels atomischer Absorption für rasche und genaue Bestimmung von Kupfer-, Mangan-, Eisen- und Zinkgehalt in Duralumin vorgelegt.

Das Verfahren empfehlt für Musterverarbeitung ein Teflontiegel, was die Notwendigkeit der Benützung eines Platintiegels vermeidet.

Popa N., p. 577–581 DK 669.14.018.8 : 665.6

Erzeugung von Glocken aus rostfreiem Stahl für die Destillationssäulen der petrochemischen Industrie

Das Artikel legt die Möglichkeit der Erzeugung durch Ziehen auf einer einfachwirkenden Presse von Glocken aus rostfreiem Stahl für die Destillationssäulen der petrochemischen Industrie vor.

Alle technologischen Phasen werden beschrieben und auch die Faktoren die bei Feststellung des technologischen Verfahrens berücksichtigt sein müssen.

METALURGIA / Résumés

Botha L., p. 562—564 DC 620.18 : 669.22'73

Contributions to the metallographic study of a Ag—CdO sintered pseudoalloy for electrical contacts

The paper describes the electrolytical polishing of samples made out of a Ag—CdO sintered pseudoalloy. Using an adequate electrolyte, metallographic textures were outlined showing the very fine dispersion of cadmium oxide in Ag—CdO electrical contacts.

Svetenco O. and *Săvulescu P.*, p. 565—567 DC 669.056.9 :621.3.023

Deposition of hard alloys on the working surface of shares by high-frequency heating

Results of investigations on labor stage are presented at first, and then industrial tests, performed in view to ascertain the technology of sormaite deposition by induction heating on plough shares.

The new technology solves the question of working time, lowers the consumption of auxiliary materials, the coating is clean, eaven and adherent, possible exfoliations of the hard layer being thus avoided.

A hardness of 50—60 HRC was recorded.

Cornea A., *Segărceanu T.* and *Giurgea Mariana*, p. 568—573 DC 669.733.23

Liquid-liquid extraction of cadmiun and zinc out of sulphuric solutions by means of carboxylic acids

The paper presents results of investigations performed, using the liquid-liquid extraction method with carboxylic acids, in view to recuperate Cd and Zn out of wasing waters and leaching solutions for volatile dusts resulting during sintering of lead-zinc concentrates.

The equilibrium of Cd, Zn, Cu, Al, Fe, As, Se, Te, Ge and V distribution between the aqueous and the organic solution of carboxylic acids in kerosene, as well as the extraction conditions of Cd and Zn out of solutions resulting from volatile-dust leaching when sintering lead-zinc concentrates are investigated. The influence of several working parametra upon the extraction yield in continuous flow by column towers is analized. Extraction yield was 92—96 % for cadmium and 90—94 % for zinc.

Toma O. and *Crișan T.*, p. 574—576 DC 543.42 : 669.715

Determination by atomic-absorbtion spectrophotometry of copper, manganese, iron and zinc content in duralumin

The paper presents a spectrophotometric method based on atomic absorbtion for fast and accurate determination of copper, manganese, iron and zinc content in duralumin.

The method stipulates the use of a teflon crucible for sample processing, avoiding thus the need of a platinum one.

Popa N., p. 577—581 DC 669.14.018.8 : 665.6

Manufacturing of stainless-steel bells for the distilling columns used in the petrochemical industry

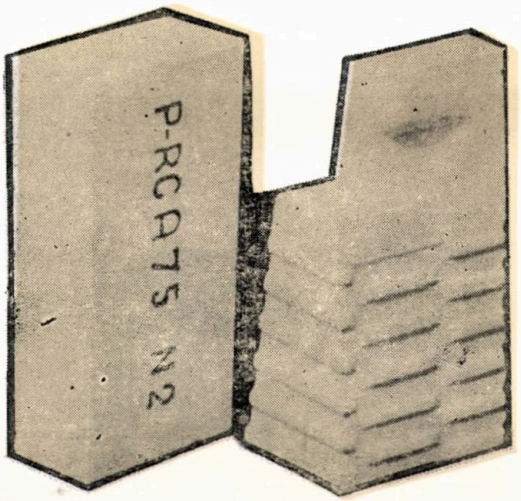
The paper emphasizes the possibility of processing by dishing on a single-action press stainless-steel bells for the distilling columns used in the petrochemical industry.

All the technological stages are described, as well as the factors which must be taken into account in fixing the operating process.

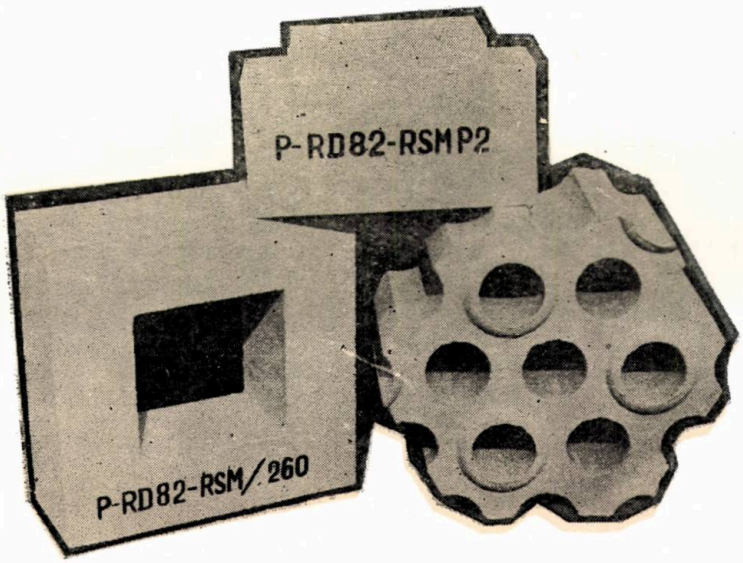
CENTRALA INDUSTRIALA PENTRU PRODUSE REFRACTARE

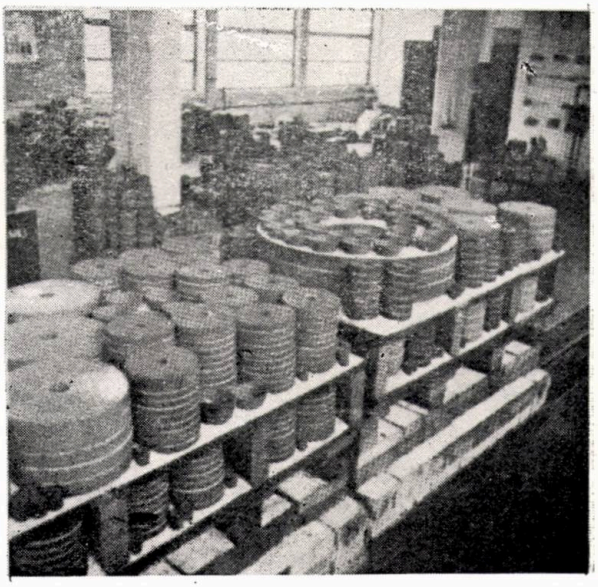
BRAŞOV

Str. Carierei Nr. 127 Braşov. Telefon 23966-23967. Telex 012.307



- Intr. de produse refractare ALBA -IULIA
- Intr. de produse refractare "REFRACTAR" ALESD
- Intr. de produse refractare "9 MAI" TURDA
- Intr. de produse refractare "RASARITUL" BRASOV
- Intr. " CARBOCHIM" - CLUJ
- Fca. de produse refractare " PLEASA " PLOIESTI
- Fca. de produse refractare " VULTURUL " COMARNIC
- Fca. de produse refractare " UNIREA " TG. JIU
- Fca. de produse refractare BARU MARE
- Fca. de şamotă AZUGA



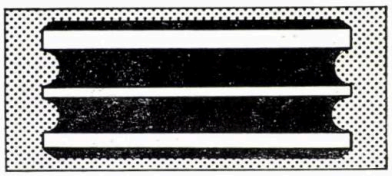


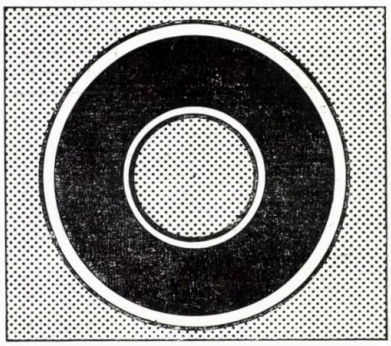
execută

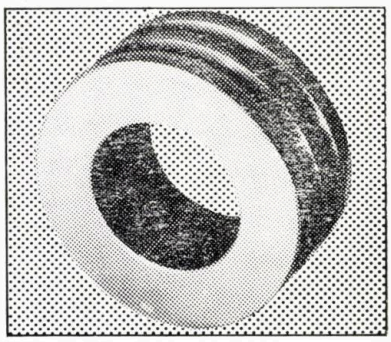
Produse refractare silica, silico-aluminoase, produse termoizolante, şamote refractare aluminoase şi superaluminoase, betoane rezistente la foc, betoane refractare şi superrefractare, plăci termoizolante, prafuri termogene şi termoizolante, prafuri exoterme, pietre de polizor, abrazivi pe suport, electrozi siderurgici şi de baterii.

METALE DURE "UGICARB"®
asigură creşterea productivităţii.

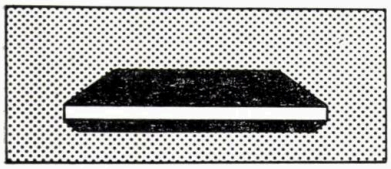
UGINE CARBONE a elaborat procedee speciale utilizabile în siderurgie pentru LAMINAREA LA CALD A SÎRMEI.

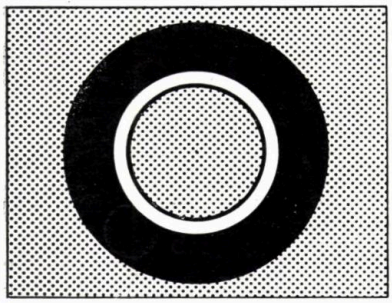


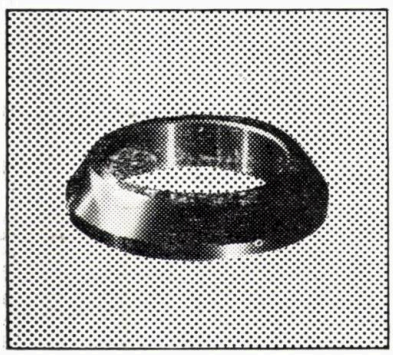




ROLE DE LAMINARE.
Galet de laminage.



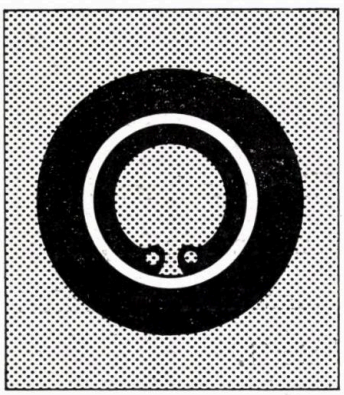


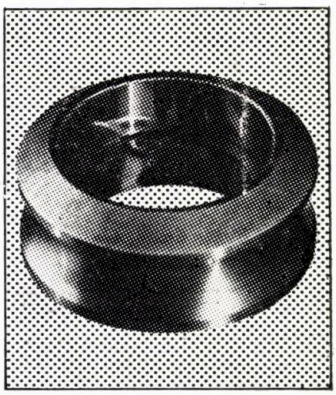


ROLE DE TORSIUNE.
Galet de torsion.

L'accroissement de la productivité passe par le CARBURE de TUNGSTENE "UGICARB"®

UGINE CARBONE a mis au point des nuances spécialement adaptées à l'utilisation dans la sidérurgie pour le LAMINAGE A CHAUD DU FIL.



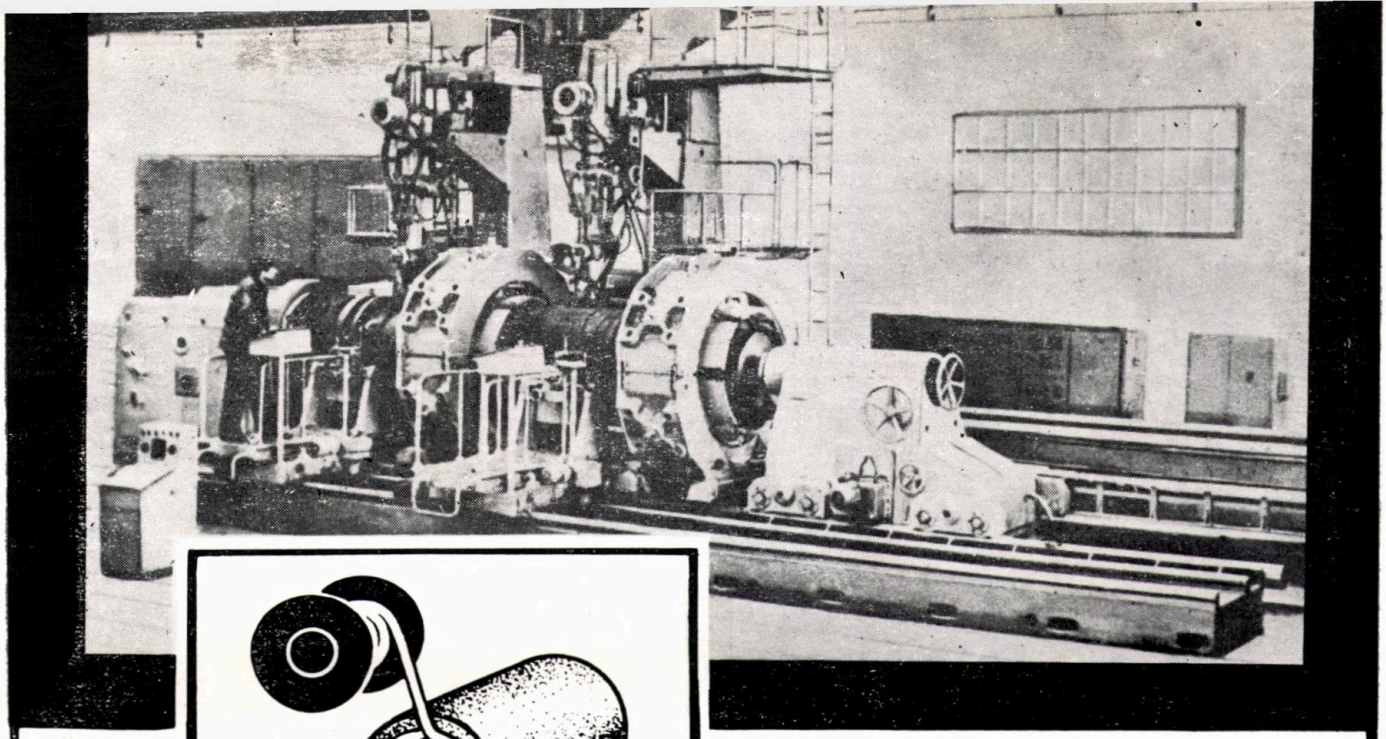


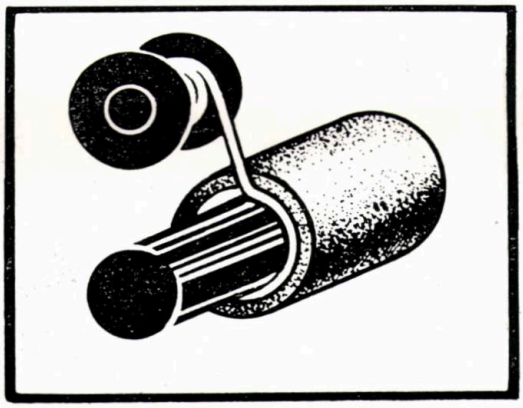
ROLE DE GHIDAJ.
Galet de guidage.

Specialiştii noştri vă stau dispoziţie pentru informaţii.

UGINE CARBONE
SIEGE SOCIAL ET DIRECTION
Groupe Péchiney Ugine-Kuhlmann. FRANCE
61 AV. RHIN et DANUBE. 38100. GRENOBLE

PUBLICOM





КЖ-9704
КЖ-34
КЖ-50

Aplicații:

— reîncărcarea cilindrilor de laminor

— reîncărcarea cilindrilor de laminor cu calibraj fin

— reîncărcarea cilindrilor de laminor în pas de pelerin

Un mijloc sigur de a obține economii la laminoare— utilizați mașinile de încărcat cu sudură cilindrii model KJ — 9704, KJ—34 și KJ—50

—Tehnologie bine studiată permițînd reîncărcarea cilindrilor de laminor de 50—70 ori

— Stabilitatea medie a cilindrilor se ameliorează de 5 ori în comparație cu cilindriidin oțel carbon sau din oțel aliat

Exportator : **V/O**
ENERGOMACHEXPORT
Str.Mosfilmovskaia, nr.35
Moscova V—330, U.R.S.S.
Telex : 7565

ENERGOMACHEXPORT

Publicom

TEPRO

- Țevi sudate profilate (pătrate, dreptunghiulare, ovale, eliptice)
- Profile formate la rece pentru uz general
- Profile formate la rece pentru tîmplărie metalică
- Profile speciale pentru utilizări diverse

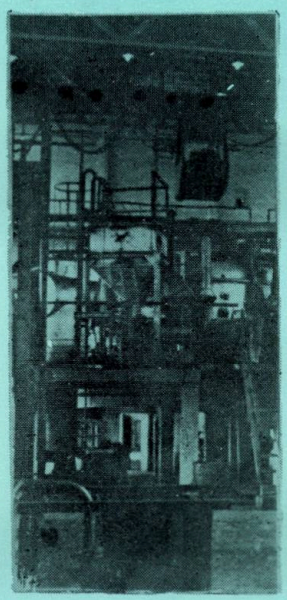
Produce și livrează

ÎNTREPRINDEREA METALURGICA IAȘI
Șos. Țuțora nr. 132
Tel. 30322, 30371, 30720
Telex 022268 UZIMET

fluxuri de sudură topite

„INDUSTRIA SÎRMEI“ Cîmpia Turzii

Str. Laminoriştilor nr 145 ● jud. Cluj ● telefon: 214 — 219 ● telex: 031241



Vă oferă FLUXURI DE SUDURĂ TOPITE

- FSM — 37

  Cu conţinut ridicat de siliciu şi mangan, destinat sudării oţelurilor nealiate şi aliate cu mangan şi siliciu.

- FSM — 37 B

  Cu conţinut ridicat de siliciu şi mangan, destinat sudării oţelurilor nealiate şi aliate cu mangan şi siliciu. Se recomandă pentru sudarea construcţiilor de mare responsabilitate

  Avizat de: Bureau Veritas, Registrul Naval Sovietic şi Registrul Naval Român.

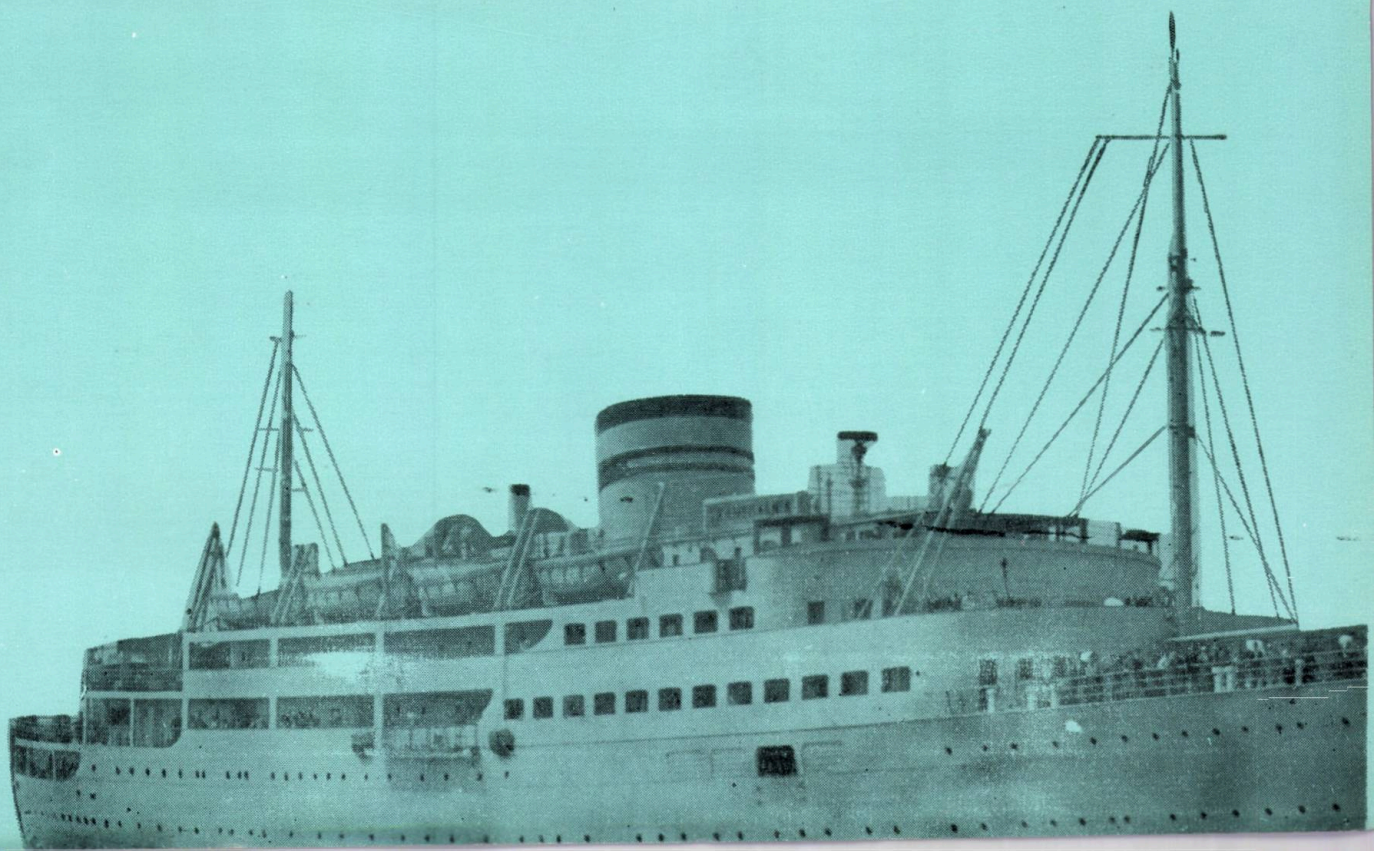
- FSM — 20

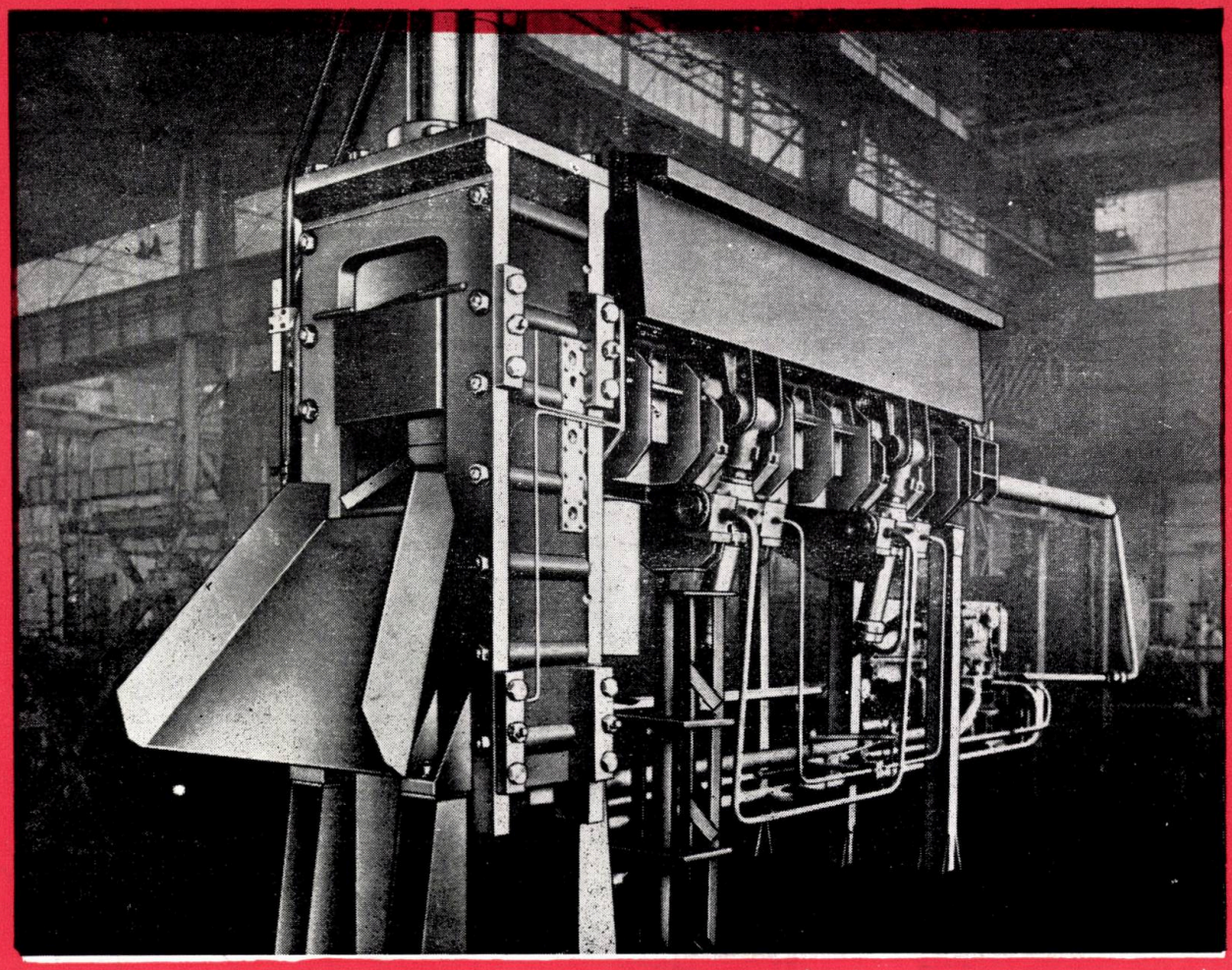
  Cu conţinut ridicat de siliciu şi conţinut mediu de mangan, destinat sudării oţelurilor nealiate sau aliate cu mangan.

  Poate fi utilizat la viteze ridicate de sudare.

- FB — 10

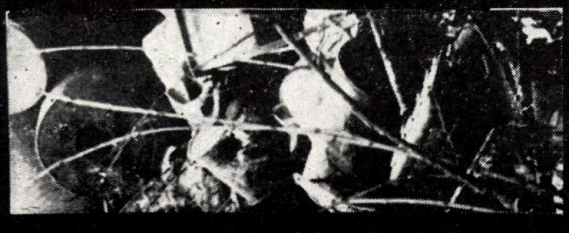
  Flux bazic, destinat în principal sudării oţelurilor de înaltă rezistenţă

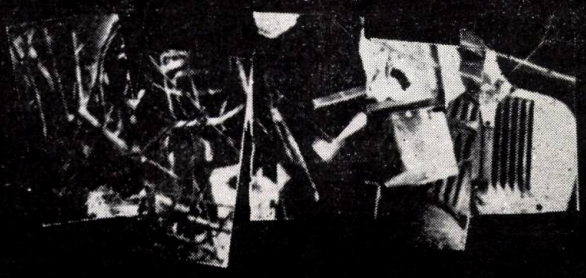


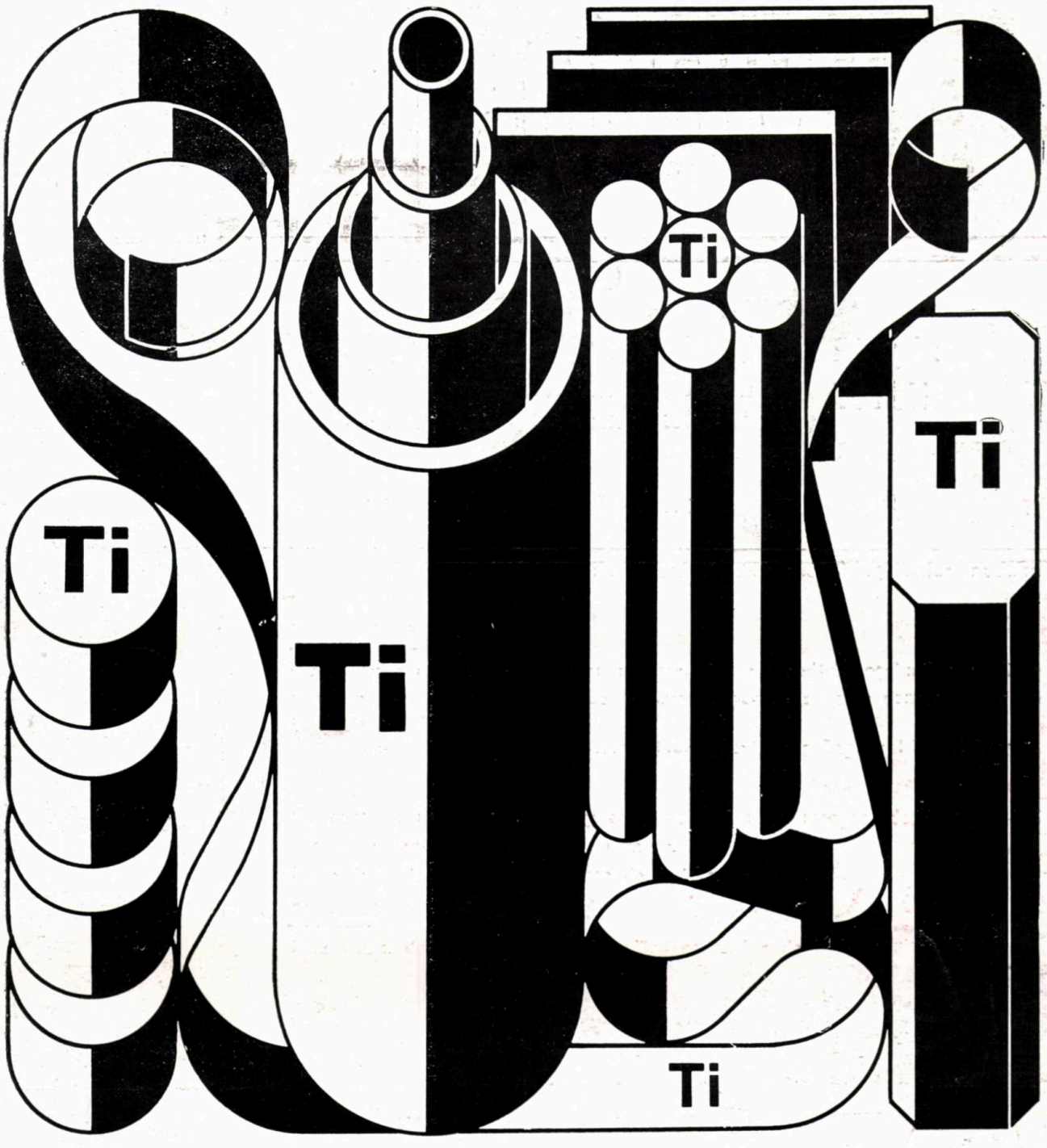


centrala de prelucrarea și colectarea deșeurilor metalice București

Prin prelucrarea metalelor vechi (tăierea mecanică a tuturor deşeurilor feroase accesibile acestei operaţii) se ajunge la dublarea greutăţilor volumetrice şi reducerea timpului de încărcare în cuptoare







Exportator :

V/K "TECHSNABEXPORT"
Moscova G-2, U.R.S.S.
Telefon : 244-32-85
244-77-27
Telex : 7239.

V/K „TECHSNABEXPORT"

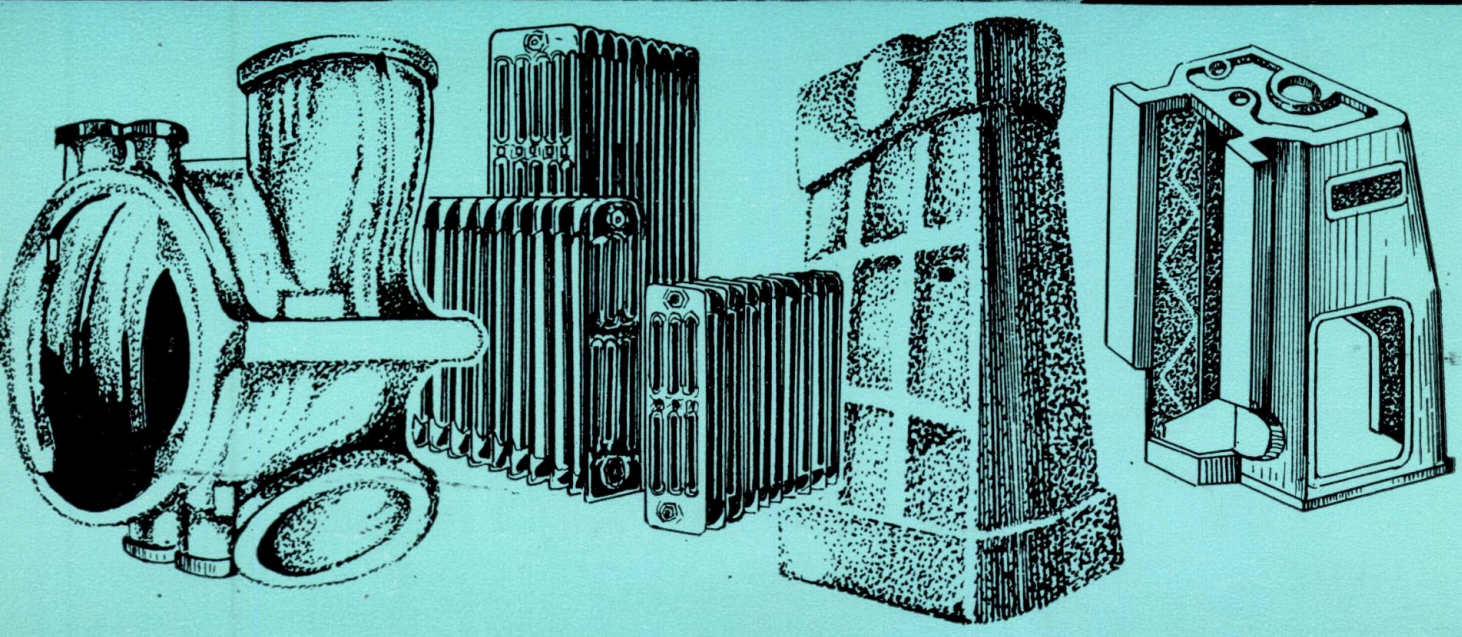
exportă un larg sortiment de produse de titan :
tuburi, fire, table, benzi, folii subțiri, bare, brame, lingouri și alte articole din titan.

Techsnabexport

PUBLICOM

INTREPRINDEREA
VICTORIA
Călan

- Fontă cenușie STAS 882—65
- Piese de schimb pentru siderurgie
- Piese pentru mașini-unelte
- Radiatoare din fontă
- Cilindri din fontă pentru laminoare
- Lingotiere
- Maselotiere
- Plinii de turnare
- Poduri de turnare
- Semicocs
- Cocs fluidizare
- Cocs brichete din cocs petrol

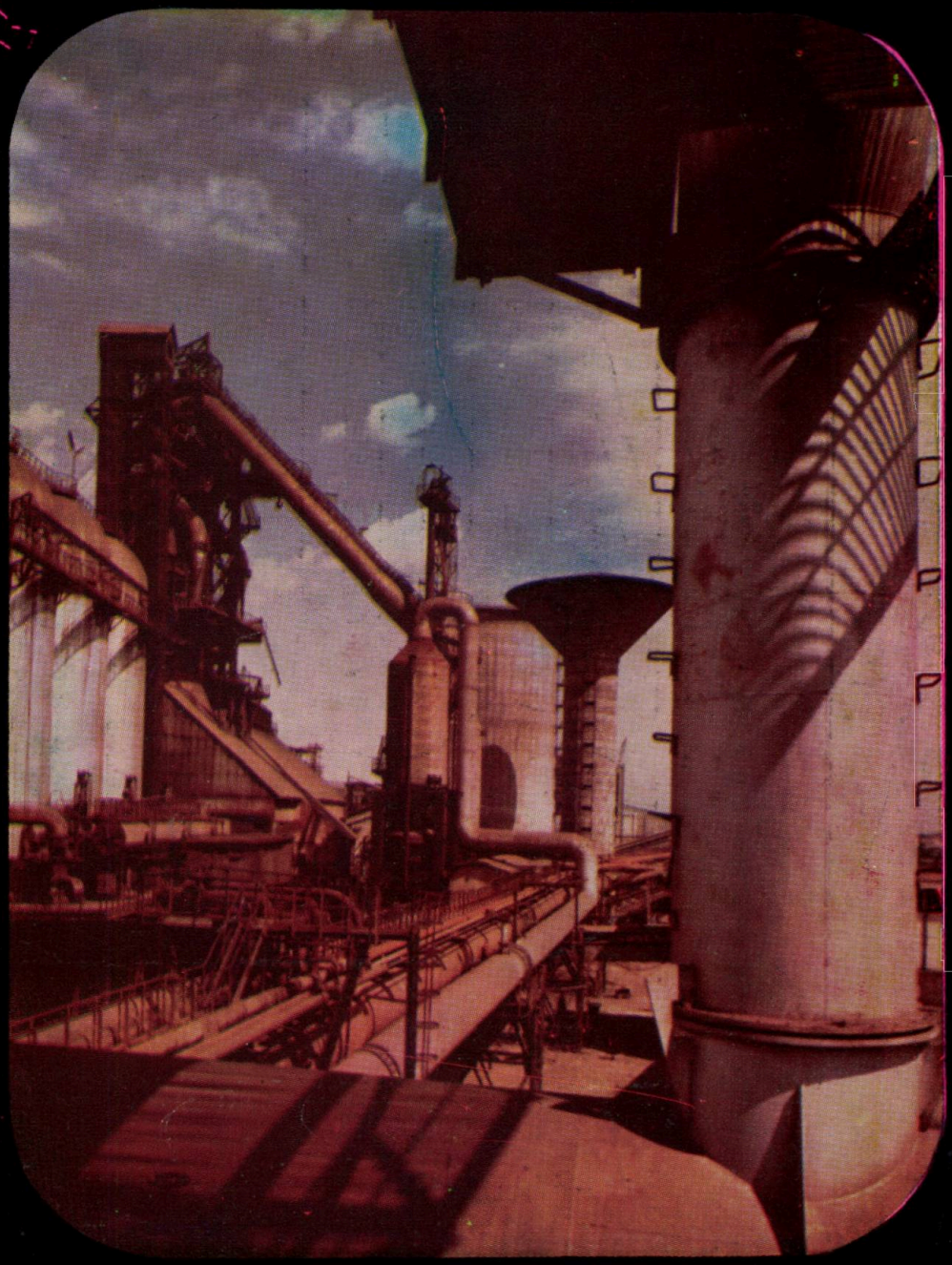


CSH

vă oferă:

profile laminate din oțeluri carbon calmate, semicalmate și necalmate, din oțeluri carbon de calitate aliate și slab aliate:

● rotunde cu diametrul de 10—180 mm ● cornier de 20×20—150×150 mm ● I 18—I 24 ● U 6,5—U 24 ● late de 20×5—200×20 mm ● benzi laminate la cald de 200×2—500×5 mm ● țagle, blumuri pentru forje, de 70×70—400×400 mm ● oțel beton cu profil periodic laminat la cald, oțel beton neted laminat la cald, sîrmă laminată la cald ● profile speciale pentru armături de mină pentru talpa șenilei de tractor etc.



COMBINATUL SIDERURGIC HUNEDOARA

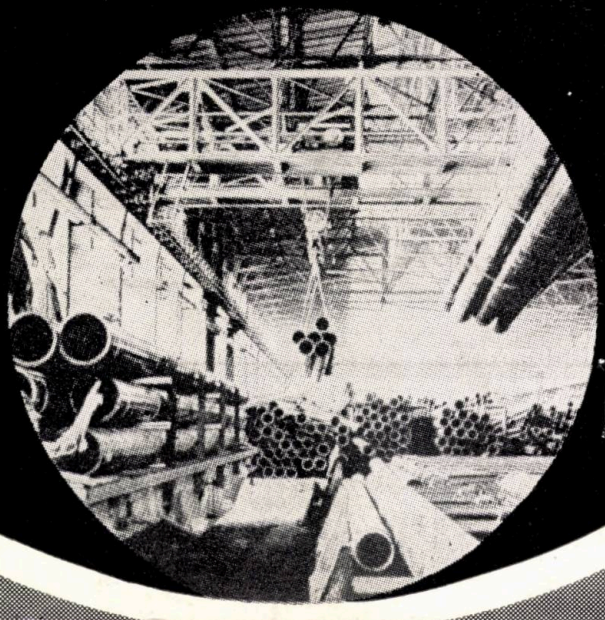
Str. Dr. P. Groza nr. 8. Hunedoara ● Telex: 032411 ● Tel: 1075-1077-1450-2533-2934

UZINA DE ȚEVI ROMAN

1974 APR 24

Vă oferă :

- conducte pentru industria petrolieră, țevi pentru conducte de uz general etc., cu diametrul de 89 – 377 mm, conform STAS, API, GOST și DIN
- burlane de foraj, cu diametrul de 4 1/2 – 13 3/8 inci, conform STAS, API și GOST
- prăjini grele de foraj, cu diametrul de 4 1/8 – 8 inci, conform STAS și API
- prăjini pătrate laminate de 4 1/4 – 6 inci conform STAS
- țevi de construcții, cu diametrul de 89 — 168 mm
- țevi diverse: pentru turboburi, cămăși de pompe, tampoane, racorduri speciale



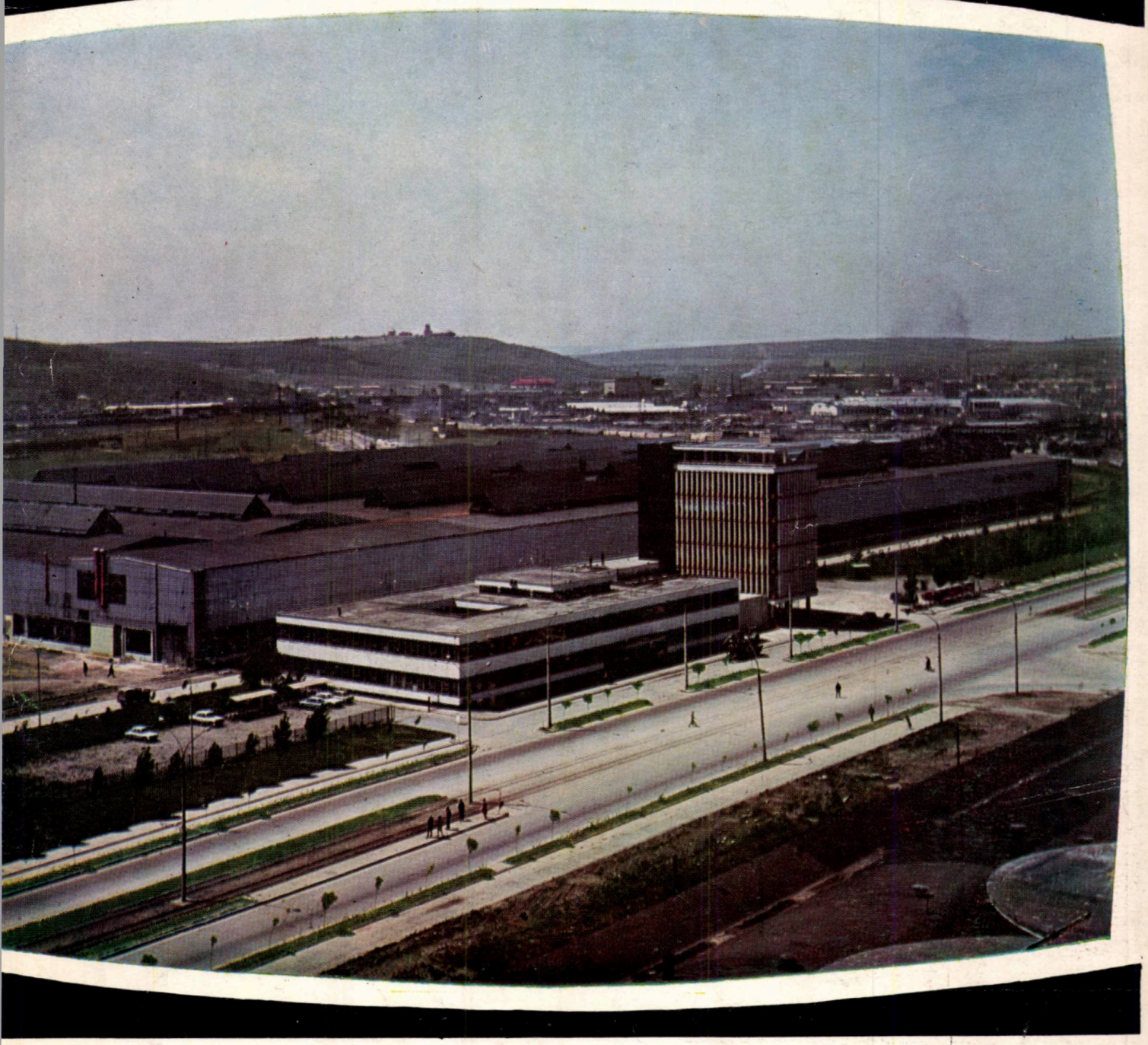
3280

R

METALURGIA

REFERÁLVA

11
1973



1963 TEPRO 1973

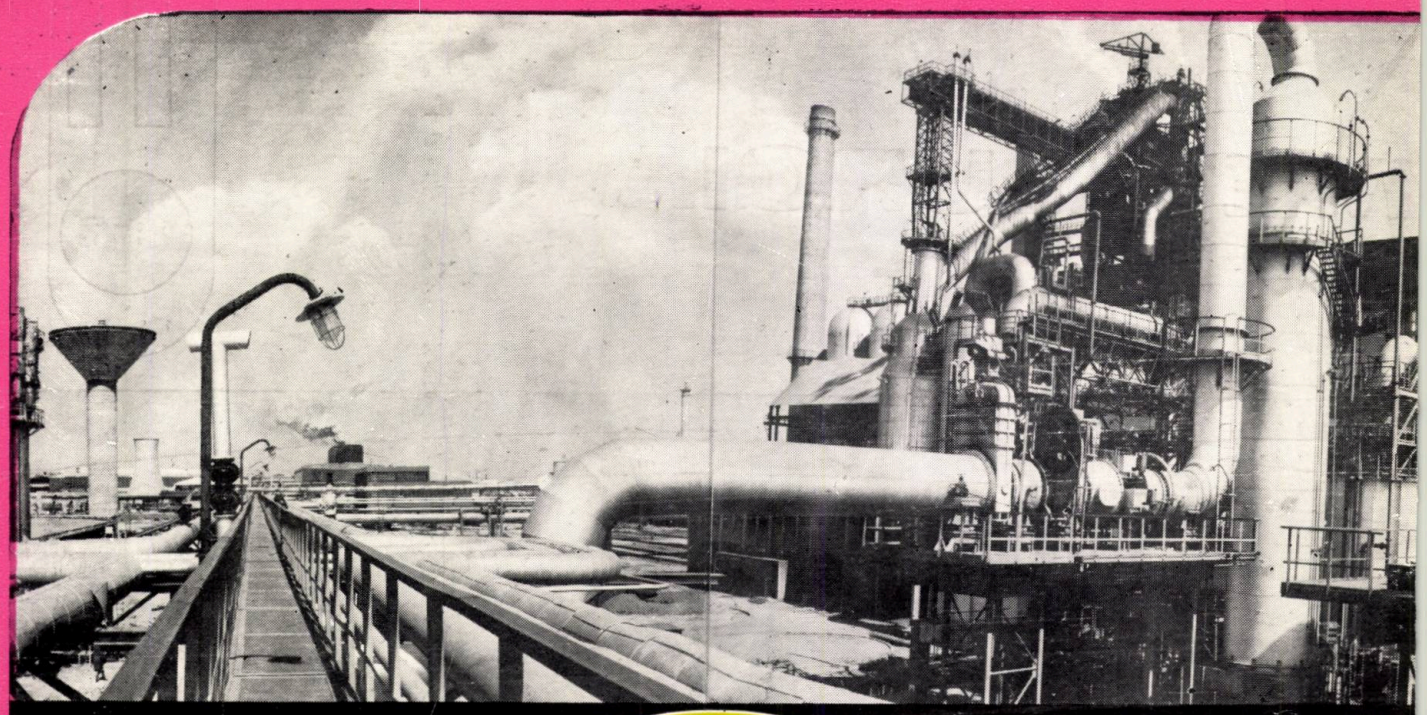


TABLE GROASE: ● de (6—150 mm) × (1500—3000 mm) × × max. 15 000 mm ● din oţeluri calmate, semicalmate, necalmate şi slab aliate ● utilizate în construcţii mecanice, construcţii metalice, construcţii navale, construcţii de cazane etc. TABLE ÎN FOI laminate la cald: ● de (1,8—7 mm) × × (700—1500 mm) × (2000—10000 mm). BANDĂ ÎN RULOURI laminată la cald: ● de (1,5—12 mm) × (700—1550 mm) şi greutate max. 24 t ● utilizată la fabricarea ţevilor sudate, profilelor îndoite sau pentru relaminare la rece. TABLE ŞI BENZI laminate la rece: ● de (0,3— —3 mm) × max. 1500 mm ● utilizate pentru caroserii, construcţii metalice, ţevi sudate, profile îndoite. SULFAT FEROS HEPTAHIDRATAT — STAS 2189—68, calitatea I şi II, puritate 98—99%

COMBINATUL SIDERURGIC

GALAŢI

Telegraf : Combin Galaţi. Telefon : 18300, Telex : 015253 ; 015257

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRES

METALURGIA

Anul 25 Nr. 11 Noiembrie 1973

CUPRINS

Vatavu M. : **Întreprinderea metalurgică — Iaşi la zece ani de activitate** 681

Butnariu L. : **Dinamica indicatorilor calitativi la Întreprinderea metalurgică — Iaşi** 683

Ungureanu T., Câmpeanu C., Sain S. şi Toma P. : **Aspecte privind stabilirea unui model matematic de programare optimă a fabricaţiei la Întreprinderea metalurgică — Iaşi** 686

Belzo O., Făclieru M., Sain S. şi Teodoriu A.E. : **Aspecte privind calibrarea cilindrilor de formare la fabricarea ţevilor sudate longitudinal** 689

Brănişteanu V., Belzo O., Făclieru M. şi Acker C. : **Aspecte şi contribuţii privind aplicarea concretă a metodei ELECTRE la determinarea amplasamentului optim al unei investiţii din cadrul Ministerului Industriei Metalurgice.** 692

Teodoriu A. E. şi Berescu T. : **Stadiul actual şi perspectivele producţiei de profile formate la rece la Întreprinderea metalurgică — Iaşi** 699

STUDII ŞI CERCETĂRI

Ţocu P., Hătărăscu Ov. şi Pilly N. : **Cercetări privind utilizarea în furnal a minereurilor prereduse.** 701

Sălcudean Martha, Costescu M. şi Ardeleanu Veronica : **Cu privire la bilanţul termic al maselotei unui lingou de 25 t.** 706

Trandafirescu M. : **Dimensionarea tehnologică a utilajelor de tip tambur rotativ.** 709

Cruceru C., Alexandru Magdalena şi Drimer D. : **Cercetări pentru asimilarea fabricaţiei conductorilor electrici din aliaje de aluminiu de tip „Aldrey".** 713

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Pridvornic M. : **Asupra naturii fizice a procesului de deformare plastică.** 716

Lederer A. : **Realizări noi în domeniul laminoarelor de benzi late la cald (I).** 721

DIN ISTORICUL METALURGIEI

Chindler N. şi Popa S. : **Începuturile producţiei de fontă la Hunedoara (IV)** 727

RECENZII 734

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE 736

COMITETUL DE REDACȚIE

A. Antonescu, C. Avram, Șt. Cardalef, V. Chiriță, D. Cosma, Vl. David, A. Dijmărescu, Ctin. Dragomir, I. Drăgan, Tr. Dumitrescu, Suzana Gâdea, V. Grosu, Vl. Holban, A. Ieremia, B. Koncz, P. Marcu, I. Moldovan, N. Murguleț, Fl. Oprea, Ig. Pavoni, T. Segărceanu, L. Sofroni, Cl. Ștefănescu, I. Tripșa, V. Vulcu

Redactor responsabil: L. Sofroni

Șef rubrică: Georgeta Comșa

Tehnoredactor: Lydya Popescu

Revista METALURGIA, organ al Ministerului Industriei Metalurgice și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România — Redacția și administrația, București, str. Academiei 7, Sector 1. Telefon: 13.02.28 și 15.81.50/209. Revista este editată de C.D.P.T.—M.I.M. Abonamentele se primesc la administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete tehnice în contul nostru de virament: 30.05.01.00 B.N. a Republicii Socialiste România — Sector 1. M.I.M. — Centrul de documentare și publicații tehnice — București. Tarif pentru întreprinderi: lei 150 anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni, ingineri: lei 48 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul — Întreprinderea Poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, Buc.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.T. nr. 560/426/1969

I.P.I. c.3272

42 406

SOMMAIRE

CD 669.1.013. 5(498)

Vatavu M. : **L'Entreprise métallurgique — Jassy après 10 ans d'activité.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 681–682

CD 338.011:669,1,013.5(498)

Butnariu L. : **La dynamique des indicateurs qualitatifs à l'Entreprise métallurgique — Jassy.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 683–685

CD 621.774 : 51.001.57 (498)

Ungureanu T., Câmpeanu C., Sain S. et Toma P. : **Aspects concernant l'établissement d'un modèle mathématique optimum destiné à programmer la fabrication à l'Entreprise métallurgique — Jassy.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p 686–688

CD 621.774.21 : 621.771.07.073.8(498)

Belzo O., Făclieru M., Sain S. et Teodoriu A. E. : **Aspects concernant le calibrage des cylindres de moulage lors de la fabrication des tubes soudés dans le sens longitudinal.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 689–691

CD 669 : 338.063.5 : 51.003. 1(498)

Brănişteanu V., Belzo O., Făclieru M. et Acker C.: **Aspects et contributions concernant l'application concrète de la méthode ELECTRE à la détermination de l'emplacement optimum d'une entreprise dans le cadre du Ministère de l'Industrie Métallurgique.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 692–698

CD 669 — 42 : 621.7.016.3

Teodoriu A. E. et Berescu T. : **Le stade actuel et les perspectives de la production de profils moulés à froid à l'Entreprise métallurgique — Jassy.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 699–700

CD 669.162.1 : 622.785

Ţocu P., Hălărăscu Ov. et Pilly N. : **Recherches concernant l'utilisation, dans le fourneau, des minérais preréduits.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 701–705

CD 621.412 : 621.746.464

Sălcudean Martha, Costescu M. et Ardeleanu Veronica: **En ce qui concerne le bilan thèrmique de la masselotte d'un lingot de 25 t.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 706–708

CD 658.2 : 624.043

Trandafirescu M. : **La détermination des dimensions technologiques des outillages du type tambour rotatif.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 709–712

CD 621.315.5:669.715

Cruceru C., Drimer D. et Alexandru Magdalena : **Recherches en vue de l'assimilation de la fabrication des conducteurs électriques en alliage d'aluminium du type „Aldrey".**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 713–715

CD 621.77.53

Pridvornic M. : **En ce qui concerne la nature physique du processus de déformation plastique (le mécanisme, les conditions thermodynamiques et la cinétique du déroulement du processus).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 716–720

CD 621.77.23 : 621.7.016.2

Lederer A. : **Nouvelles réalisations dans le domaine des laminoirs de feuillards à chaud (I).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 721–726

CD 669.16 (091 (498)

Chindler N. et Popa S.: **Les débuts de la production de fonte à Hunedoara (IV).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 727–733

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 669,1,013,5(489)

Ватаву М.: **Десять лет существования предприятия „Металуржика" в Яссах.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 681–682

ДК 338.011 :669.1.013.5 (498)

Бутнарю Л.: **Динамика качественных показателей в предприятии „Металуржика" в Яссах.**

Metalurgia 25 (1973,), nr. 11, p. 683–685

ДК 621.774 :51.001.57 (498)

Унгуряну Т., Кымпяну К., Шайн С. и *Тома И.*: **Аспекты при установлении оптимальной математической модели для программирования производства в предприятии „Металуржика" в Яссах.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 686–688

ДК 621.774.21 :621.771.07.073.8 (498)

Белзо О., Фэклиеру М., Шайн С. и *Теодориу А. Е.*: **Аспекты, касающиеся калибровки рабочих валков при производстве продольносварных труб.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 689–691

ДК 669 :338.063.5 :51.003.1 (498)

Брэништяну В., Белзо О., Фэклиеру М. и *Акер К.*: **К конкретному применению метода „Электре" для определения оптимального месторасположения предприятия в составе Министерства металлургической промышленности.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 692–698

ДК 669 – 42 :621.7.016.3

Теодориу А.Е. и *Бересеску Т.*: **Нынешнее состояние и перспективы производства холодно-деформируемых сортов в предприятии „Металуржика" в Яссах.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 699–700

ДК 669.162.1 :622.785

Цоку П., Хэтэрэску О. и *Пилли Н.*: **Исследования, касающиеся применения в доменной печи предварительно восстановленных руд.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 701–705

ДК 621.412.621.746.464

Сэлкудян Марта, Костеску М. и *Арделяну Вероника*: **О тепловом баллансе прибыли слитка весом 25 т.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 706–708

ДК 658.2 :624.043

Трандафиреску М.: **Установление технологических размеров оборудования барабанного вращающегося типа.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 709–712

ДК 621.315.5 : 669.715

Кручеру К., Александру Магдалена и *Дример Д.*: **Исследования, касающиеся освоения электрических проводов из алюминиевых сплавов типа „Алдрей".**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 713–715

ДК 621.77.53

Придворник М.: **О физической природе процесса пластической деформации (механизм, термодинамические условия и кинетика хода процесса)**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 716–720

ДК 621.77.23 :621.7.016.2

Ледерер А.: **Новые достижения в области широкополосных станов горячей прокатки.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 721–726

ДК 669,16,(091)(498)

Киндлер Н. и *Попа С.*: **Начало производства чугуна в Хунедоаре (IV).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 727–733

I N H A L T

69.1.013.5 (498)

vu M. : **Das Metallurgische Werk – Iaşi nach 10 Jahren Aktivität.**

ırgia 25 (1973), nr. 11, p. 681–682

---

38. 011. :669.1.013.5 (498)

ariu L. : **Dynamik der qualitativen Kennziffern im Metallurgischen Werk – Iaşi.**

ırgia 25 (1973), nr. 11, p. 683–685

21.774 : 51.001.57 (498)

reanu T., Câmpeanu C., Sain S. und Toma P. : **Aspekte der Entwicklung eines mathematischen Programmierungsmodells für Produktionsoptimierung.**

rgia 25 (1973), nr. 11, p. 686–688

:1.774.21 : 621.771.07.073.8 (498)

O., Făclieru M., Sain S. und Teodoriu A. E. : **Aspekte der Formwalzkalibrierung bei Herstellungs von längsnahtgeschweissten Röhren.**

rgia 25 (1973), nr. 11, p. 689–691

9.338.063.5 :51.003.1(498)

şteanu V., Belzo O., Făclieru M. und Acker C. : **Aspekte und Beiträge zu der konkreten Anwendung des ELEKTRE-Verfahrens für Bestimmung der optimalen Lagerung eines Werkes dem Ministerium für Metallurgiewesen untergeordnet.**

'gia 25 (1973), nr. 11, p. 692–698

) – 41 ; 621.7.016.3

riu A. E. und Berescu T. : **Gegenwärtige Lage und Aussichten der Produktion von kaltgewalzenen Profilen im „Metallurgischen Werk – Iaşi".**

gia 25 (1973), nr. 11, p. 699–700

).162.1 :622. 785

?., Hătăraşcu Ov. und Pilly N. : **Erforschung über die Benützung im Hochofen von vorreduzierten Erzen.**

gia 25 (1973), nr. 11, p. 701–705

.412 :621.746.464

ean Martha, Costescu M. und Ardeleanu Veronica : **Betreffs Wärmebilanz des Gusskopfes eines 25 t Blockes.**

ia 25 (1973), nr. 11, p. 706–708

---

2 : 624.043

firescu M. : **Technologische Dimensionierung der drehtrommelartigen Werkzeuge.**

ia 25 (1973), nr. 11, p. 709–712

315.5 : 669.715

C., Drimer D. und Alexandru Magdalena : **Untersuchungen zweeks Erzeugung von elektrischen Konduktoren aus Aldrey-Aluminiumlegierungen.**

a 25 (1973), nr. 11, p. 713–715

---

7 : 53

nic M. : **Über den physikalischen Charakter des plastischen Deformierungsvorganges (Mechanismus, thermodynamische Bedingungen und Kinetik der Vorgansentwicklung).**

a 25 (1973), nr. 11, p. 716–720

7.23 :621.7.016.2

A. : **Neue Erzeugungen im Bereich der Warmwalzwerke für Breitband.**

a 25 (1973), nr. 11, p. 721–726

6(091) (498)

N. und Popa S.: **Anfänge der Eisenerzeugung in Hunedoara (IV).**

a 25 (1973), nr. 11, p. 727–733

CONTENTS

DC. 669.1.013 5(498)

Vatavu M. : **Metallurgical Works — Iași after 10 years of activity.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 681–682

DC 338.011 : 669.1.013.5 (498)

Butnariu L. : **Dynamics of qualitative indices at the Metallurgical Works — Iași.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 683–6 85

DC 621.774 : 51.001.57 (498)

Ungureanu T., Câmpeanu C., Sain S. and Toma P. : **Some aspects regarding the development of a mathematical model for optimum programming of fabrication.**

Metalurgia 25 (1973). nr. 11, p. 686–688

DC 621.774.21 : 621.771.07.073.8 (498)

Belzo O., Făclieru M., Sain S. and Teodoriu A.E. : **Some aspects of forming -roll design in manufacturing longitudinal-seam welded tubes.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 689–691

DC 669. : 338.063.5 :51.003.1 (498)

Brănișteanu V., Belzo O., Făclieru M. and Acker C. : **Some aspects and contributions to implementation of the ELECTRE-method for determining the optimal location of a plant pertaining to the Ministry of Metallurgical Industry.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 692–698

DC 669 – 42 : 621.7.016.3

Teodoriu A. E. and Berescu T. : **Actual stage and outlooks of manufacturing cold-rolled sections at the Metallurgical Works — Iași.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 699–700

DC 669.162.1 :622.785

Țocu P., Hătărăscu Ov. and Pilly N. : **Investigations regarding the use in blast furnaces of pre-reduced iron ores.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 701–705

DC 621.412 : 621.746.464

Sălcudean Martha, Costescu M. and Ardeleanu Veronica: **Regarding the heat balance for the feeding head of a 25 t ingot.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 706–708

DC 658.2 :624.043

Trandafirescu M. : **Technological dimensioning of rotary-drum equipment.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 709–712

DC 621.315.5 : 669.715

Cruceru C., Drimer D. and *Alexandru Magdalena* : **Investigations regarding manufacturing of electrical conductors out of „Aldrey" aluminium alloys.**

Metaiurgia 25 (1973), nr. 11, p. 713–715

CD 621.77 : 53

Pridvornic M. : **Regarding the physical nature of the plastic deformation process (mechanism, thermodynamical conditions and kineties of process development).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 716–720

DC 621.77.23 :621.7.016.2

Lederer A. : **New achievements in the field of hot-rolling mills for wide strip.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 721–726

DC 669.16 (091) (498)

Chindler N. and Popa S. : **Beginnings of iron-making in Hunedoara (IV).**

Metalurgia 25 (1973), nr. 11, p. 727–773

Ing. M. Vatavu

Întreprinderea metalurgică — Iași

Întreprinderea metalurgică — Iași la zece ani de activitate

CZ 669.1.013.5 (498)

Înființată acum 10 ani Întreprinderea metalurgică — Iași a îmbogățit zestrea noii zone industriale a Iașului cu peisajul modern al impunătoarelor sale hale, în care pe linii tehnologice moderne au început să se fabrice în premieră pe țară primele țevi sudate electric pe generatoare. Anul 1973 marchează astfel pentru întreg colectivul întreprinderii noastre primul deceniu de însuflețită și rodnică activitate.

În ansamblul producției de țevi a României Întreprinderea metalurgică din Iași ocupă azi un loc de frunte, fiind principalul producător de țevi sudate.

Amplasarea la Iași a Întreprinderii metalurgice s-a făcut ținînd seamă de dezvoltarea armonioasă a tuturor regiunilor țării, de asigurarea forței de muncă, oraș cu mari posibilități de dezvoltare. Aceste criterii, și mai cu seamă dezvoltarea industrială a regiunii, au determinat conducerea Partidului nostru să hotărască, în baza unor studii tehnico-economice temeinic fundamentate ,construcția Întreprinderii metalurgice la Iași.

Concepută la un înalt nivel tehnic, dotată cu utilaje, agregate și linii tehnologice dintre cele mai moderne, întreprinderea noastră începînd din anul 1963 își aduce contribuția la ridicarea potențialului economic al țării, producînd țevi sudate din oțel prin procedeul de sudură electrică prin rezistență. În afara celor patru linii de fabricație existente pentru țevi sudate sînt montate și patru linii tehnologice pentru profile formate la rece.

În perspectivă se prevede o continuă creștere a producției de țevi din oțel datorită utilizării acestora în cele mai diverse domenii. Se remarcă tendința spre dezvoltarea capacităților de producție a țevilor sudate care pînă în 1975 va fi de circa 50% din capacitatea totală de țevi prin darea în funcțiune a unor noi linii la I. M. Iași.

Producția de țevi sudate are o pondere tot mai ridicată datorită avantajelor pe care le prezintă privind consumul de metal, productivitățile, precizia dimensională, prețul de cost și valoarea investițiilor.

Ca urmare a dezvoltării ramurilor industriale din economia națională consumatoare de produse tubulare și profile formate la rece în construcții metalice, autoturisme și autocamioane, vagoane etc., tendinței de înlocuire a profilelor laminate la cald, Întreprinderea metalurgică—Iași a fost construită exclusiv pentru fabricarea de produse tubulare și profile formate la rece, acoperind astfel întreaga gamă de țevi pînă la 4" și întreaga gamă de profile formate la rece pînă la o lățime desfășurată maximă de 500 mm.

Prin mărirea capacității întreprinderii gama produselor se va extinde pentru țevi pînă la 8" și la profile, pînă la o desfășurare de maximum 800 mm.

Dezvoltarea în continuare a producției de țevi sudate pe generatoare și profile formate la rece a impus extinderea capacității actuale a întreprinderii noastre astfel ca la nivelul anului 1975 capacitatea finală a întreprinderii va fi mult mai mare.

Integrîndu-se în avîntul întregii țări de înfăptuire a sarcinilor actualului cincinal înainte de termen și ferm hotărît să aplice în viață rezoluțiile și hotărîrile Conferinței Naționale a Partidului și a ultimei Plenare a Comitetului Central al P. C. R., colectivul de muncă al întreprinderii noastre își axează eforturile spre valorificarea mai intensă a resurselor materiale și umane, îmbunătățirea nivelului calitativ al producției, diversificarea producției și asimilarea de noi produse cu caracteristici superioare, spre creșterea continuă a eficienței întregii noastre activități economice.

Astfel cercetările specialiștilor noștri sînt îndreptate spre perfecționarea sudării țevilor prin curenți de înaltă frecvență, procedeu tehnologic nou ce se

va extinde la toate instalațiile cu care va fi dotată întreprinderea noastră. Avînd în vedere avantajele certe pe care le prezintă acest procedeu de fabricație a țevilor sudate, s-a realizat o instalație experimentală, iar acum sînt în execuție după proiecte elaborate integral în întreprinderea noastră două linii tehnologice complete de sudură prin C. I.F. a țevilor cu o capacitate de 50 000 t/an. S-a proiectat și se execută o nouă linie tehnologică pentru profile late de tip electrofiltre ce se va executa după o tehnologie originală elaborată în cadrul atelierului nostru complex de proiectare.

În scopul lărgirii domeniului de utilizare a țevilor sudate cercetările și experimentările se efectuează pentru asimilarea țevilor pentru cadrane, a țevilor din oțel slab aliate necesare autoturismelor și autocamioanelor ce se fabrică sau se vor fabrica în R. S. România.

În privința profilelor formate la rece sînt în curs de asimilare profile fine cu o mare precizie dimensională, greutate minimă pentru anumită valoare a mărimilor statice, permițînd realizarea unor construcții ușoare, cu linie simplă și elegantă. Sînt în asimilare și profile formate la rece a căror folosire nu se va răsfrînge numai la elemente funcționale, ci și la elemente portante cum sînt fermele, elementele de armare a galeriilor de mină și stîlpi pentru înaltă tensiune.

Realizarea acestor obiective se va face prin intensificarea activității de cercetare, prin folosirea cît mai deplină a bazei materiale existente, prin atragerea tuturor cadrelor de specialiști spre o muncă concretă de cercetare și proiectare efectivă în sprijinul producției, prin intensificarea colaborării cu institutele de cercetări specializate. În acest scop sectorul de cercetări, proiectări și calcul se va dota cu aparatură și cadre necesare.

Urmare a indicațiilor primite din partea secretarului general al P. C. R. tov. Nicolae Ceaușescu cu ocazia recentei vizite de lucru în județul și orașul Iași se va dezvolta corespunzător și sectorul mecanic, astfel ca pînă în 1976 să se poată executa circa 500 t/an de utilaje siderurgice specifice producției de țevi sudate și profile formate la rece.

Sărbătorind „Ziua Metalurgistului" împreună cu aniversarea unui deceniu de activitate a Întreprinderii metalurgice—Iași, colectivul nostru este ferm hotărît să-și intensifice eforturile pentru a realiza în condiții mai bune și înainte de termen sarcinile anului în curs și ale planului cincinal.

METALURGIA 11
1973
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI METALURGICE ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

STUDII ŞI CERCETĂRI

Dinamica indicatorilor calitativi la Întreprinderea metalurgică — Iaşi

Ing. L. Butnariu
Întreprinderea metalurgică — Iaşi

CZ 338.011 :669.1.013.5 (498)

Este ştiut faptul că pe măsură ce economia se dezvoltă, în procesul de producţie sînt folosite maşini, utilaje, instalaţii de producţie într-o cantitate şi varietate tot mai mare, dar mai ales de un nivel tehnic superior, cu indicatori tehnico-economici de exploatare tot mai înalţi. Pornind de la aceste considerente s-a acordat o atenţie constantă utilizării raţionale a capacităţilor de producţie, avînd în vedere faptul că pe această cale se poate obţine un însemnat spor de producţie şi o substanţială reducere a fondului de investiţii.

Printre cei mai importanţi factori care au contribuit în mod direct la folosirea maximă a capacităţilor de producţie, menţionăm atingerea şi depăşirea indicilor de utilizare intensivă şi extensivă prevăzută în documentaţia tehnică.

Folosirea intensivă a liniilor de fabricaţie a fost obţinută prin creşterea vitezei de sudură, exprimată în ml de ţeavă sudată pe minut şi, prin aceasta, sporirea cantităţii de ţeavă produsă într-o oră. Acest indice este determinat în special de grosimea şi calitatea benzii, de diametrul ţevii, de calificarea muncitorilor, de gradul de mecanizare şi automatizare a procesului de fabricaţie etc.

Concomitent au fost luate măsuri şi pentru folosirea extensivă a utilajelor îndeosebi pentru reducerea timpului afectat reparaţiilor şi întreţinerii utilajelor, precum şi pentru reducerea opririlor accidentale de natură mecanică şi electrică.

În tabela 1 sînt prezentaţi indicii extensivi, în procente, la liniile de fabricaţie.

Este cunoscut faptul că folosirea raţională a capacităţilor de producţie contribuie din plin la creşterea productivităţii muncii. Avînd în vedere gradul înalt de mecanizare şi automatizare, a proceselor tehnologice, productivitatea muncii în uzina noastră a atins valori deosebite. Rezultatele sînt edificatoare. În anul 1972 producţia globală a crescut de 3,3 ori faţă de anul 1965, cu o sporire a numărului de muncitori

Tabela 1

Anul	Utilajul					
	4 XU	3 XU	2 XU	CIF	500 x 5	250 x 3
1964	58,4	50,4	48,0	—	—	—
1966	59,3	54,3	55,9	—	31,2	40,0
1967	67,5	61,0	58,7	—	26,2	44,5
1969	71,7	63,2	71,2	23,0	25,5	56,7
1970	73,4	65,7	73,6	23,0	58,0	58,0
1972	72,3	67,2	69,8	63,4	60,5	63,87

de 464, în timp ce productivitatea muncii a crescut în aceeaşi perioadă de 2,4 ori. Rezultă că sporul producţiei în această perioadă a avut loc datorită creşterii productivităţii muncii

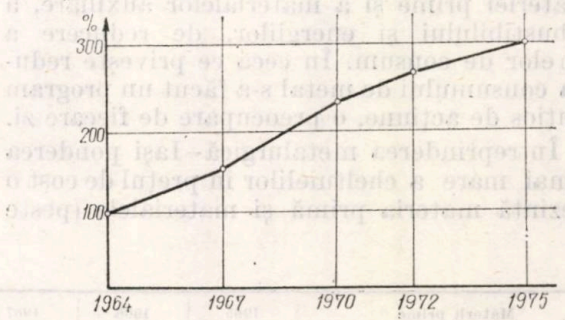


Fig. 1. Dinamica productivităţii muncii.

(75 %) şi mai puţin pe seama creşterii numărului de salariaţi (25 %). Dinamica productivităţii muncii se observă din graficul din figura 1.

La nivelul întreprinderii, prin acțiunea de organizare științifică a producției și a muncii, au fost mobilizate importante rezerve interne care au contribuit la sporirea productivității muncii și la folosirea mai judicioasă a forței de muncă, astfel încît activitatea productivă să se desfășoare ritmic, fără întreruperi, și cu respectarea strictă a condițiilor de calitate.

În promovarea progresului tehnic o importanță deosebită prezintă ridicarea calificării și specializării forțelor de muncă. Gradul înalt de automatizare al întreprinderii a impus cadrelor noastre o înaltă calificare profesională. Pentru rezolvarea acestei probleme procesul de pregătire a cadrelor necesare este organizat și se desfășoară sub diferite forme. Cursurile de scurtă durată la locul de muncă în meseriile de laminatori, cuptorari, finisatori țevi, trăgători țevi, strungari, lăcătuși, electricieni s-a desfășurat normal astfel că ponderea muncitorilor calificați față de totalul muncitorilor a crescut an de an, ajungînd în prezent la 96 %.

Tot în vederea calificării muncitorilor s-a organizat în cadrul întreprinderii o școală profesională, cu durată de doi și trei ani. Această formă îmbină cunoștințele teoretice cu cele practice și constituie factorul esențial de îmbunătățire a gradului de calificare a muncitorilor.

Prețul de cost reprezintă indicatorul cel mai sintetic al întregii activități economice a întreprinderii. Nivelul prețului de cost oglindește preocuparea pentru indicarea nivelului tehnic al producției, pentru îmbunătățirea calității producției, pentru mai buna folosire a fondurilor fixe, pentru înlăturarea rebuturilor, pentru lichidarea cheltuielilor neproductive etc.

Sporirea continuă a rentabilității produselor noastre constituie factorul de bază care asigură creșterea eficienței economice a uzinei în ansamblu. În fond, în acest indice sintetic se materializează eficiența muncii.

Întreg colectivul s-a preocupat și se preocupă îndeaproape de gospodărirea cît mai judicioasă a materiei prime și a materialelor auxiliare, a combustibilului și energiilor, de reducere a normelor de consum. În ceea ce privește reducerea consumului de metal s-a făcut un program minuțios de acțiune, o preocupare de fiecare zi.

În Întreprinderea metalurgică–Iași ponderea cea mai mare a cheltuielilor în prețul de cost o reprezintă materia primă și materialele (peste 90 % din costuri) în speță banda laminată la cald sau la rece și zincul. În aceste condiții atenția principală a fost axată pe reducerea cheltuielilor la materia primă care s-a realizat prin :

— reducerea consumurilor specifice ;

— reducerea cheltuielilor de transport și aprovizionare prin aprovizionări de la furnizorul cel mai apropiat și cu mijloacele de transport optime ;

— înlocuirea unor materii și materiale cu altele care, fără a influența calitatea produselor, se regăsesc în cheltuielile de producție cu valori mai scăzute.

Astfel, prin măsurile întreprinse în vederea reducerii sistematice a consumului specific de bandă, acesta a scăzut de la 1 157 kg/t, în anul 1965, la 1 093 kg/t, în 1973, la producția de țevi, și de la 1 188 kg/t, în anul 1966, la 1 090 kg/t, în 1973, la producția de profile (tabela 2).

Creșterea capacităților de producție, realizarea unei productivități sporite a muncii, instituirea unui regim sever de economii, folosirea, cu un înalt simț de răspundere, a fondurilor circulante au dus la scăderea permanentă a cheltuielilor de producție.

Dacă în primii doi ani de activitate (1964—1965) uzina a lucrat cu pierderi, neacoperind cu veniturile realizate cheltuielile efectuate, în anii următori cheltuielile de producție s-au redus considerabil, reușindu-se, în anul 1972, să se realizeze un beneficiu la producție-marfă. Reducerea acestor cheltuieli se datorează pe de o parte reducerii tuturor cheltuielilor componente ale prețului de cost, iar, pe de altă parte, depășirii planului producției-marfă, a capacităților prevăzute în proiect, îmbunătățirii structurii interne și preluării unor comenzi tot mai mari pentru livrarea produselor în lungimi fixe.

An de an în procesul de fabricație au intrat noi și noi tipuri de dimensiuni, căutînd să se răspundă astfel cerințelor mereu crescînde ale pieței interne și externe, necesității satisfacerii cererii tot mai mari pentru introducerea țevilor și profilelor formate la rece în consumul curent al unor ramuri industriale, utilizării raționale a metalului etc.

Sînt asimilate pînă în prezent peste 1 000 tipodimensiuni de țevi și profile, fără să se fi epuizat toate posibilitățile de fabricare a noi sortimente.

Tabela 2

Materii prime	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Bandă pentru țevi, kg/t	1157	1159	1109	1109	1107	1102	1098	1098	1093
Bandă pentru profile, kg/t	—	1188	1132	1107	1103	1102	1098	1097	1090
Zinc pentru țevi zincate, kg/t	124	107,6	102,28	105,14	101,65	101,42	106	101,4	99,5

Este demn de relatat preocuparea colectivului tehnic şi muncitoresc din întreprindere pentru aplicarea unor tehnologii adecvate, introducerii unor sortimente noi de ţevi şi profile care să satisfacă cerinţelor economice naţionale, astfel :

— profile pentru electrozii de depunere de la electrofiltrele de desprăfuire ;

— profile pentru parapete de protecţie auto, de protecţie împotriva avalanşelor utilizate la drumul transfăgărăşan ;

— profile pentru autocamioane şi autobuze Roman, precum şi ţevi pentru axele cardanice ale aceloraşi produse ;

— ţevi şi profile pentru autoturismele Dacia 1300 din oţeluri obişnuite şi slab aliate.

Se înscriu apoi preocupările pentru reproiectarea sculelor SDV-urilor şi tehnologiilor, în sensul îmbunătăţirii tuturor parametrilor la nivelul cerinţelor stadiului actual al tehnicii, ridicarea indicilor intensivi şi extensivi ai utilajelor.

Ţinînd seamă de faptul că în viitor întreprinderea va fi dotată în continuare cu noi şi moderne utilaje şi maşini, s-a trecut, de pe acum, la îmbunătăţirea standardelor şi normelor interne, punerii de acord cu standardele produselor similare, pe plan mondial, în vederea posibilităţii etalării acestor produse pe piaţa externă.

Un colectiv din cadrul Serviciului cercetări a realizat în laboratorul întreprinderii o instalaţie pentru sudarea ţevilor prin inducţie cu curenţi de înaltă frecvenţă, a experimentat cu succes execuţia ţevilor din oţeluri slab aliate, precum şi a ţevilor din metale neferoase.

O parte din utilajele importate nu au corespuns din punct de vedere tehnic, fapt ce a determinat pe specialiştii întreprinderii să se angajeze direct, să gîndească mai mult şi mai bine, reuşind astfel să aducă serioase îmbunătăţiri proiectelor, prin modificări de piese sau tehnologii de fabricaţie, reproiectări de instalaţii sau subansamble. Astfel s-a proiectat un fierăstrău cu performanţe superioare celui adus din import, s-a proiectat o linie de fişiat benzi, calea cu role de la linia 4 XU, sfărîmătorul de şpan, cuptorul tunel etc.

Aspecte privind stabilirea unui model matematic de programare optimă a fabricației la Întreprinderea metalurgică—Iași

Ing. T. Ungureanu
Ministerul Industriei Metalurgice
Ing. C. Câmpeanu, ing. S. Sain și ing. P. Toma
Întreprinderea metalurgică — Iași

CZ 621 : 774 : 51.001 57(498)

În condițiile actuale de planificare a producției într-o uzină de țevi, această activitate reprezintă un volum de muncă considerabil, efectuîndu-se după procedee empirice. Numărul mare de sortimente și prelucrări ce se execută asupra eboșelor pînă la obținerea produselor finite face imposibilă o programare a fabricației utilizînd metode empirice, care să asigure încărcarea maximă a utilajelor.

Operația de programare a fabricației constă din următoarele :

Trimestrial planul de producție are următoarea structură :

Sortimentul X_i în cantitate C_i, din care :
— zincată în cantitate C_i^1 ;
— neagră în cantitate C_i^2.

După aceasta se întocmește programarea fabricației care stabilește ce cantitate din sortimentul X_i se fabrică în fiecare din cele trei luni ale trimestrului, satisfăcînd niște condiții tehnologice date și asigurînd o încărcare cît mai bună a utilajelor exploatate.

Numărul de sortimente fabricate la I. M. Iași pe principala linie de fabricație este de aproximativ 150, dar evident că nu toate sortimentele se fabrică în unul și același trimestru.

Sortimentele pot diferi între ele prin :
— destinație (instalații, construcții) ;
— diametrul țevii ;
— grosimea peretelui ;
— strat de protecție anticoroziv (zincare) ;
— posibilități de îmbinare (filetare).

În cele ce urmează se face abstracție de faptul că două țevi ce diferă ca grosime de perete reprezintă două sortimente diferite (productivitățile utilajelor finisajului practic nu variază cu grosimea peretelui), în acest caz numărul de sortimente de țeavă ce se fabrică se micșorează pînă la aproximativ 60.

În funcție de sortimentul fabricat fluxul de fabricație urmărește graful din figura 1, ce are ca noduri următoarele utilaje sau grupe de utilaje :

A — Ajustare (frezare și probare)
F — Filetare țevi negre
Z — Zincare
F_z — Filetare țevi zincate
D — Depozit de produse finite

Din succinta analiză a grafului prezentat rezultă situația specială în care se găsește atelierul de ajustaj pe unde curge întreaga producție a laminorului (intrarea în acest nod este asigurată de linia de sudare a țevilor și de reductorul alungitor la cald). De asemenea se poate evidenția fluxul pe care îl parcurg semifabricatele pînă la obținerea celor patru mari categorii de țevi fabricate :

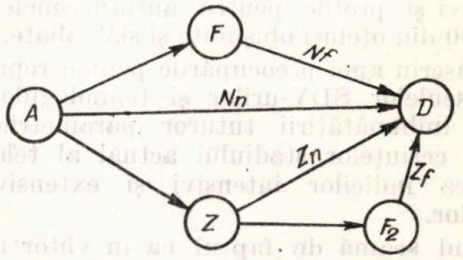


Fig. 1. Graful fluxului de finisare a produselor.

Nn — negre netede ;
Nf — negre filetate ;
Zn — zincate netede ;
Zf — zincate filetate.

Întrucît productivitățile utilajelor variază cu sortimentele uzinate se pune următoarea problemă :

Fiind dat planul trimestrial de producție al uzinei și productivitățile pe sortimente ale utilajelor, să se determine cantitățile de țeavă pe sortimente, ce trebuie fabricate lunar pentru a asigura încărcarea maximă a utilajelor utilizate.

Se notează prin :

x_k^{ij} — cantitățile lunare fabricate din fiecare sortiment, poziția indicilor reprezentînd respectiv: (1)
— i — 0, 1, 2, 3 — sortimente : $Nn+Nf+Zn+Zf$; Nf ; Zn ; Zf ;
— j — 1, 2, 3 — lunile trimestrului ;
— k — 1, 2, 3 ... 28 — diametrul țevii.

Tabela 1

Luna I	Luna a II-a	Luna a III-a	Sortimentul
$x_1^{01} \dots x_{28}^{01}$	$x_1^{02} \dots x_{28}^{02}$	$x_1^{03} \dots x_{28}^{03}$	$Nn+Nf+Zn+Zf$ (ajustaj)
$x_1^{11} \dots x_{28}^{11}$	$x_1^{12} \dots x_{28}^{12}$	$x_1^{13} \dots x_{28}^{13}$	Nf
$x_1^{21} \dots x_{28}^{21}$	$x_1^{22} \dots x_{28}^{22}$	$x_1^{23} \dots x_{28}^{33}$	Zn
$x_1^{31} \dots x_{28}^{31}$	$x_1^{32} \dots x_{28}^{32}$	$x_1^{33} \dots x_{28}^{33}$	Zf

În notaţia adoptată se observă că variabilele x_k^{0j} reprezintă cantitatea de ţevi trecute prin atelierul de ajustaj în cele trei luni calendaristice ale trimestrului.

Programul de fabricaţie ce se întocmeşte trimestrial trebuie să îndeplinească următoarele condiţii :

1 — Suma cantităţilor de ţevi pe sortimente din cele trei luni calendaristice să fie cel puţin egală cu cantitatea total planificată pe trimestrul respectiv.

2 — Cantitatea totală de ţevi negre este dată prin planul trimestrial de producţie.

3 — Cantitatea de ţevi zincate este dată prin planul trimestrial de producţie.

4 — Să fie îndeplinit principiul „campaniilor mari de laminare", pentru fiecare sortiment în parte, numărul campaniilor de laminare fiind prestabilit (tabela 2).

Tabela 2

Indexarea variabilelor după diametrul ţevii

K	Diametrul ţevii	Nr. campaniilor de laminare ce satisface condiţia *4*	Împreună cu ce alt diametru se lamineză
1	3/8"	1—2	—
2	1/2"	2	—
3	3/4"	2—3	—
4	1"	3	—
5	1 1/4"	2—3	—
6	1 1/2"	3	—
7	2"	3	—
8	2 1/2"	1—2	—
9	3"	1—2	—
10	4"	2—3	—
11	Ø 21 şi Ø 22	—	1/2"
12	Ø 27	—	3/4"
13	Ø 33 şi Ø 34	—	1"
14	Ø 42	—	1 1/4"
15	Ø 48	—	1 1/2"
16	Ø 60	—	2"
17	Ø 76	—	2 1/2"
18	Ø 89	—	3"
19	Ø 114	—	4"
20	Ø 32	1—2	—
21	Ø 51 şi Ø 52	1—2	—
22	Ø 57 şi 45×45	1—2	—
23	Ø 63	1—2	—
24	Ø 70	1—2	—
25	Ø 83	1—2	—
26	Ø 95	1—2	—
27	Ø 102	1—2	—
28	Ø 108	1—2	—

5 — Din cantitatea total planificată pe trimestru să se repartizeze cantităţi echivalente de produse în fiecare lună calendaristică.

6 — Din cantitatea de ţeavă zincată, total planificată pe trimestru, să se repartizeze cantităţi echivalente în cele trei luni ale trimestrului.

7 — Să se repartizeze din cantitatea totală de ţevi filetate pe trimestru cantităţile echivalente în cele trei luni calendaristice.

8 — Să fie încărcate grupurile de filetare (cantitatea totală de Nf să fie de două ori mai mare decît Zf).

9 — Sortimentele de ţevi de construcţii ce corespund ca diametru cu sortimentele respective de ţeavă de instalaţii se uzinează împreună.

Îndeplinind condiţiile enumerate, programul de fabricaţie trebuie să asigure încărcarea maximă a utilajelor (sau ceea ce este acelaşi lucru, timpul de staţionare a acestora minim), această condiţie referindu-se la încărcarea simultană a ajustării, filetării şi zincării.

Se notează cu :

K — cantitatea totală de ţeavă planificată/trim. ;

$\alpha\, k$ — cantitatea totală de ţeavă neagră planificată/trim. pentru diametrul corespunzător indicelui k ;

$\beta\, k$ — cantitatea totală de ţeavă zincată planificată/trim. pentru diametrul corespunzător indicelui k ;

A — cantitatea totală de ţeavă zincată/trim. ;

B — cantitatea totală de ţeavă filetată/trim. ;

K_1 — cantitatea totală de ţeavă de 1/2" şi Ø 21 şi Ø 22/trim. ;

K_2 — cantitatea totală de ţeavă de 3/4" şi Ø 27/trim. ;

K_3 — cantitatea totală de ţeavă de 1", Ø 33 şi Ø 34/trim. ;

K_4 — cantitatea totală de ţeavă de 11/4" şi Ø 42/trim. ; (2)

K_5 — cantitatea totală de ţeavă de 11/2" şi Ø 48/trim. ;

K_6 — cantitatea totală de ţeavă de 2" şi Ø 60/trim. ;

K_7 —cantitatea totală de ţeavă de 21/2" şi Ø 76/trim. ;

K_8 — cantitatea totală de ţeavă de 3" şi Ø 89/trim. ;

K_9 — cantitatea totală de ţeavă de 4" şi Ø 114/trim. ;

a_k — productivităţile, t/h pentru diametrul corespunzător indicelui k la zincare ;

b_k — productivităţile, t/h pentru diametrul corespunzător indicelui k la filetare ;

c_k — productivităţile, t/h pentru diametrul corespunzător indicelui k la ajustare ;

T_1 — timpul efectiv maxim disponibil la zincare — h/trim. ;

T_2 — timpul efectiv maxim disponibil la filetare — h/trim. ;

T_3 — timpul efectiv maxim disponibil la ajustare — h/trim.

Modelul matematic ce realizează planul de fabricaţie propus devine :

$$\sum x_k^{0j} \geqslant k \qquad (3)$$

$$(k = 1, 2, 3 \ldots, 28)$$

$$(j = 1, 2, 3)$$

$$\sum x_k^{0j} - (x_k^{2j} + x_k^{3j}) = \alpha k \quad (4)$$

$$\sum x_k^{2j} + x_k^{3j} = \beta k \quad (5)$$

$(k=1, 2\ldots, 28)$

$(j=1, 2, 3)$

$$\begin{cases} \sum x_k^{01} = \dfrac{K}{3} \\ \sum x_k^{02} = K/3 \\ \sum x_k^{03} = K/3 \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \sum x_k^{21} + x_k^{31} = A/3 \\ \sum x_k^{22} + x_k^{32} = A/3 \\ \sum x_k^{23} + x_k^{33} = A/3 \end{cases} \quad (7)$$

$(k=1,2\ldots.,28)$

$$\begin{cases} \sum x_k^{11} + x_k^{31} = B/3 \\ \sum x_k^{12} + x_k^{32} = B/3 \\ \sum x_k^{13} + x_k^{33} = B/3 \end{cases} \quad (8)$$

$$\sum x_k^{1j} - 2 \sum x_k^{3j} = 0 \quad (9)$$

$(k = 1, 2\ldots,28)$

$(j = 1, 2, 3)$

$$\begin{cases} \sum x_2^{0j} + x_{11}^{0j} = K_1 \\ \sum x_3^{0j} + x_{12}^{0j} = K_2 \\ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \sum x_{10}^{0j} + x_{19}^{0j} = K_9 \end{cases} \quad (10)$$

Acestea fiind condiţiile sistemului, funcţia de optimizat devine :

$$F(T) = \sum_k \frac{\sum_j x_k^{2j} + x_k^{3j}}{a_k} + \sum_k \frac{\sum_j x_k^{1j} + x_k^{3j}}{b_k} + \sum_k \frac{\sum_j x_k^{0j}}{c_k} \text{ să fie maximă} \quad (11)$$

Sau echivalent :

$$\Ø(T) = (T_1 + T_2 + T_3) - F(T) \text{ să fie maximă} \quad (12)$$

Condiţia *4* fiind o condiţie logică se realizează la întocmirea sistemului (3) — (10), eliminînd, cu această ocazie, variabilele ce nu interesează.

Sistemul de ecuaţii (3) — (10) este un sistem de ecuaţii liniare nedeterminat (numărul maxim al variabilelor este de 3.4.28 = 236, iar numărul ecuaţiilor este de 1+2.28+3.3+1+9=78), cu $\infty(236-76)$ soluţii dacă sistemul este compatibil.

Adăugînd condiţia (11) — (12) la sistemul de ecuaţii (3) — (10) acesta devine o problemă de programare liniară în care variabilele intră cu coeficienţii unitari şi în care există o ecuaţie omogenă (9).

Concluzii

Matricea maximă a problemei este de dimensiune 276×76, putînd fi rezolvată pe calculatorul Felix C—256.

Întrucît soluţia extrasă din calculator indică şi valoarea funcţiei (11) sau (12), într-o etapă ulterioară s-ar putea trece la o programare a fabricaţiei pe bază de stocuri de producţie neterminată.

Ing. O. Belzo, ing. M. Făclieru, ing. S. Sain
și ing. A. E. Teodoriu
Întreprinderea metalurgică — Iași

Aspecte privind calibrarea cilindrilor de formare la fabricarea țevilor sudate longitudinal

CZ 621.774.21 :621.771.07,073. 8(498)

Operațiile tehnologice principale ale fabricației țevilor prin sudură longitudinală electrică sînt : formarea eboșei tubulare ; sudura longitudinală ; — calibrarea și reducerea țevii sudate.

Formarea eboșei tubulare din bandă se realizează pe mașini de format continuu, avînd caje cu role orizontale acționate și caje cu role verticale libere. Formarea eboșei tubulare este un proces de încovoiere plastică continuă. Calitatea țevilor sudate este influențată în foarte mare măsură de asigurarea unei formări corecte a eboșei tubulare.

Se cunosc următoarele tipuri de formări :

A. Formarea cu o singură rază variabilă descrescătoare.

B. Formarea cu două raze, raza porțiunii centrale mai mare decît raza porțiunilor extreme, fiind descrescătoare spre valoarea razei porțiunilor extreme.

C. Formarea cu porțiunea centrală rectilinie și cîte o rază în porțiunile extreme.

D. Formarea cu două raze, raza porțiunii centrale fiind mai mică decît raza porțiunilor extreme.

La alegerea unui anumit tip de calibrație se pleacă de la premisa asigurării unei alungiri minime a muchiilor benzii la formare, a stabilității benzii în calibre, a universalității și interschimbabilității calibrelor, precum și a simplității execuției acestora.

În virtutea datelor furnizate de practică și a experiențelor alungirea minimă a muchiilor se obține în cazul unei calibrații de tip *D*. Un alt avantaj al calibrației de tip *D* este posibilitatea micșorării numărului de caje. Cea mai puțin favorabilă calibrație din punct de vedere al alungirii muchiilor este calibrația de tip *C*. Tocmai din această cauză ea nu se utilizează pentru țevi cu diametrul sub 150 mm.

Stabilitatea benzii la formare, ținînd cont de curbura admisibilă a benzii, precum și de diferențele de grosime ale benzii, permite majorarea vitezei de sudură și asigură obținerea unui cordon de sudură de bună calitate, celelalte condiții fiind neschimbate. Cea mai bună stabilitate a benzii se obține în cazul calibrațiilor de tipurile *D*, *C* și *B*. În cazul unei calibrații de tip *A* stabilitatea benzii este minimă.

În schimb o calibrație de tip *A* asigură cea mai mare universalitate, simplitate în execuție a calibrelor și cea mai bună interschimbabilitate. Calibrațiile de tip *D* sînt cele mai complexe din punct de vedere al execuției calibrelor și au un grad foarte redus de interschimbabilitate. În consecință acest tip de calibrație se utilizează foarte rar.

Cel mai des utilizat tip de calibrație pînă în prezent este cel de tip *A*.

Trecerea la sudură prin curenți de radiofrecvență, creșterea vitezei de sudură și creșterea exigenței față de precizia formării (în special

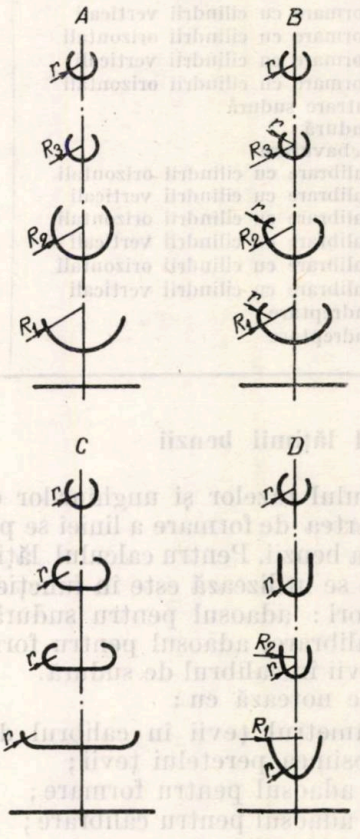


Fig. 1. Diferite tipuri de formare.

paralelismul și coincidența muchiilor în calibrul de sudură) a făcut să se treacă în ultimii ani de la utilizarea formării de tip *A* la utilizarea formării de tip *B*.

În cele ce urmează se vor da unele elemente de calcul pentru proiectarea calibrului cilindrilor orizontali și verticali la tipul de formare *B*.

Înainte de a trece la prezentarea metodologiei de realizare a deformării benzii pînă la obținerea formei de țeavă este bine să se prezinte succesiunea cilindrilor de laminare care

vor lua parte la procesul tehnologic. În ordinea fluxului tehnologic fiecare cajă cu cilindri orizontali sau verticali, acţionaţi sau neacţionaţi cu rol de deformare sau antrenare, va constitui un pas.

În tabela 1 sînt date ordinea cajelor, poziţia şi simbolul lor pe paşi la o linie de sudat ţevi prin inducţie cu curenţi de înaltă frecvenţă.

Tabela 1

Pasul	Denumirea cajei	Simbolul cajei
1	Formare cu cilindrii orizontali	1FO
2	Formare cu cilindrii verticali	2FV
3	Formare cu cilindrii orizontali	3FO
4	Formare cu cilindrii verticali	4FV
5	Formare cu cilindrii orizontali	5FO
6	Formare cu cilindrii verticali	6FV
7	Formare cu cilindrii orizontali	7FO
8	Formare cu cilindrii verticali	8FV
9	Formare cu cilindrii orizontali	9FO
10	Formare cu cilindrii verticali	10FV
11	Formare cu cilindrii orizontali	11FO
12	Intrare sudură	I.S.
13	Sudură	S.
14	Debavurare	E.S.
15	Calibrare cu cilindrii orizontali	1CO
16	Calibrare cu cilindrii verticali	2CV
17	Calibrare cu cilindrii orizontali	3CO
18	Calibrare cu cilindrii verticali	4CV
19	Calibrare cu cilindrii orizontali	5CO
20	Calibrare cu cilindrii verticali	6CV
21	Îndreptare	CT1
22	Îndreptare	CT2

Calculul lăţimii benzii

În calculul razelor şi unghiurilor de îndoire pentru partea de formare a liniei se porneşte de la lăţimea benzii. Pentru calculul lăţimii benzii relaţia ce se utilizează este în funcţie de următorii factori: adaosul pentru sudură, adaosul pentru calibrare, adaosul pentru formare, diametrul ţevii în calibrul de sudură.

Dacă se notează cu:

d — diametrul ţevii în calibrul de sudură;
g — grosimea peretelui ţevii;
ΔB_1 — adaosul pentru formare;
ΔB_2 — adaosul pentru calibrare;
ΔB_3 — adaosul pentru sudură,

atunci lăţimea benzii B este dată de relaţia (1):

$$B = \pi(d - g) + \Delta B_1 + \Delta B_2 + \Delta B_3 \qquad (1$$

Ipoteze de calcul. Se va utiliza formarea cu două raze neegale, raza zonei centrale fiind variabilă descrescătoare pînă la raza zonei centrale a ţevii cu fanta din caja 11 FO, iar razele porţiunilor extreme mai mici descrescătoare pînă la caja 6 FV, de unde capătă o valoare constantă egală cu raza porţiunilor extreme din caja 11 FO.

Din punct de vedere al lăţimii desfăşurate a porţiunilor centrale şi extreme de obicei se utilizează lăţimea porţiunii centrale egală cu lăţimea porţiunilor extreme şi egale cu jumătate din lăţimea benzii B.

Din punct de vedere al cajelor pe care se face deformarea se utilizează:

— deformări pe toate cajele orizontale şi verticale ale liniei de formare; — deformări numai pe cajele orizontale sau numai pe cajele verticale.

În exemplul dat se utilizează deformări numai pe o parte din caje, celelalte fiind pentru ghidare; aceeaşi metodologie de calcul se poate utiliza şi pentru deformări pe toate cajele.

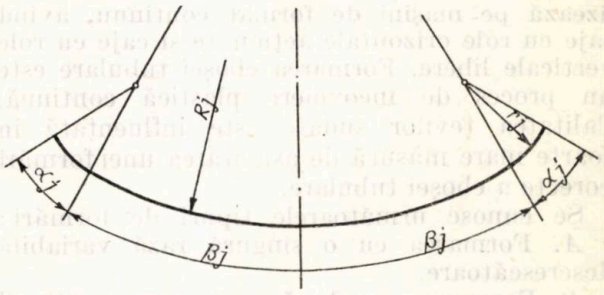


Fig. 2. Schemă de formare pe axa neutră în caja j.

Calculul razelor de îndoire

Avînd în vedere ipotezele de calcul cu privire la lăţimea desfăşurată a porţiunilor benzii se poate scrie:

$$B = 2r_j\,\alpha_j^r + 2\,R_j\beta_j^r \qquad (2)$$

$$r_j\alpha_j^r = R_j\beta_j^r \qquad (3)$$

în care:

r_j — reprezintă raza porţiunii extreme pe fibra neutră, mm;
R_j — raza porţiunii centrale pe fibra neutră, mm;
α_j^r — unghiul porţiunii extreme, radiani;
β_j^r — semiunghiul porţiunii centrale, radiani.

Razele interioare i şi exterioare e ale benzii necesare pentru dimensionarea rolelor se calculează cu formulele:

$$r_{ij} = \frac{B}{2\alpha_j^r} - \frac{g}{2} \qquad (4)$$

$$r_{ej} = \frac{B}{2\alpha_j^r} + \frac{g}{2} \qquad (5)$$

$$R_{ij} = \frac{B}{2\beta_j^r} - \frac{g}{2} \qquad (6)$$

$$R_{ej} = \frac{B}{2\beta_j^r} + \frac{g}{2} \qquad (7)$$

Elemente de calcul pentru dimensionarea cilindrilor de formare

Pentru dimensionarea cilindrilor de formare sînt necesare o serie de cote care rezultă din calcule simple trigonometrice după cum urmează :

— pentru pașii caracterizați cu $(\alpha + \beta) < 90°$ (fig. 3) :

$$x_1 = r_e \sin(\alpha + \beta) + (R_e - r_e) \sin \beta \quad (8)$$

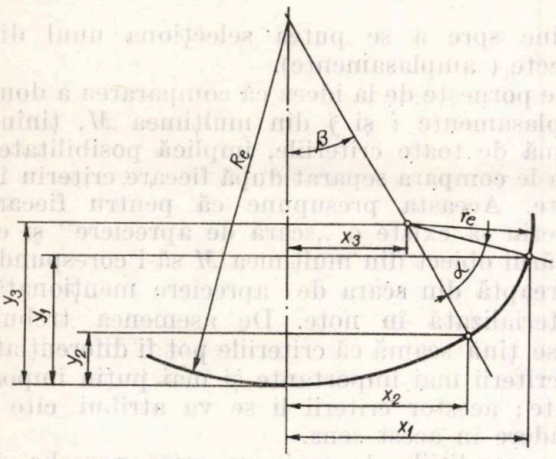


Fig. 3. Schema de calcul pentru cajele cu $(\alpha + \beta) < 90°$.

$$y_1 = R_e[\cos \beta - \cos(\alpha+\beta)] + R_e(1 - \cos \beta) \quad (9)$$

$$x_2 = R_e \sin \beta \quad (10)$$

$$y_2 = R_e (1 - \cos \beta) \quad (11)$$

$$x_3 = (R_e - r_e) \sin \beta \quad (12)$$

$$y_3 = R_e - (R_e - r_e) \cos \beta \quad (13)$$

— pentru pașii caracterizați cu $(\alpha+\beta) \geqslant 90$ (fig. 4):

$$\alpha_1 = 90 - \beta :$$

$$x_1 = r_e (1 - \cos \alpha_1) \quad (14)$$

$$y_1 = r_e \sin \alpha_1 \quad (15)$$

$$x_2 = R_e \sin \beta \quad (16)$$

$$y_2 = R_e (1 - \cos \beta) \quad (17)$$

$$x_3 = r_e [1 - \cos (\alpha - \alpha_1)] \quad (18)$$

$$y_3 = r_e \sin (\alpha - \alpha_1) \quad (19)$$

$$x_4 = x_1 + x_2 - x_3 \quad (20)$$

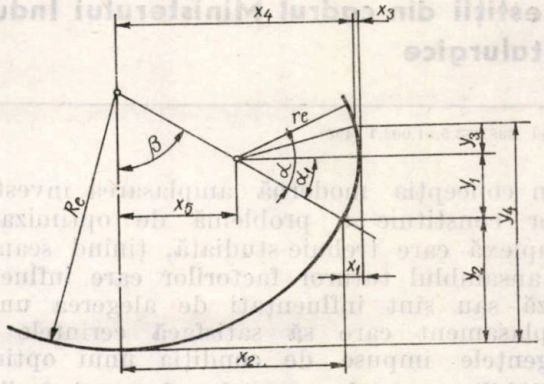


Fig. 4. Schemă de calcul pentru cajele cu $(\alpha + \beta) > 90°$.

$$y_4 = y_1 + y_2 + y_3 \quad (21)$$

$$x_4 = x_1 + x_2 - r_e \quad (22)$$

Cu elementele de mai sus se pot dimensiona cilindrii de formare, ținînd cont și de următoarele :

— axa de profilare pe fundul calibrului;
— raportul de transmisie dintre cilindrii orizontali inferiori și superiori;
— tracțiunea între caje care dă creșterea diametrului de formare a cilindrilor orizontali inferiori de la prima la ultima cajă de formare;
— elementele constructive ale cajelor orizontale și verticale;
— distanța dintre tăblii;

Concluzii

Aspectele de mai sus au scopul de a prezenta o metodologie de calcul fără a epuiza utilizarea eventuală a altor metodologii.

S-a tratat numai tipul de formare *B* avînd în vedere tendința tot mai crescîndă a utilizării acestui tip pentru laminoarele noi de țevi sudate, echipate cu instalații de sudură prin inducție cu curenți de radiofrecvență.

Nu s-a tratat problema dimensionării cilindrilor din cajele de sudură și calibrare, ea nefiind deosebită în funcție de tipul de formare.

Aspecte şi contribuţii privind aplicarea concretă a metodei ELECTRE la determinarea amplasamentului optim al unei investiţii din cadrul Ministerului Industriei Metalurgice

Ing. V. Brănişteanu, ing. O. Belzo, ing. M. Făclieru
Întreprinderea metalurgică — Iaşi
Conf. dr. C. Acker
Institutul politehnic — Iaşi

CZ 669 :338.063.5.51.003.1 (498)

În concepţia modernă amplasarea investiţiilor constituie o problemă de optimizare complexă care trebuie studiată, ţinînd seamă de ansamblul tuturor factorilor care influenţează sau sînt influenţaţi de alegerea unui amplasament care să satisfacă cerinţele şi exigenţele impuse de condiţia unui optim.

Stabilirea amplasamentelor întreprinderilor impune luarea în considerare a unui număr mare de criterii care condiţionează viitoarea amplasare. Influenţa unui număr mare de criterii nu poate fi evaluată cantitativ printr-o singură unitate de măsură, fapt pentru care este inclusă de la început posibilitatea comparării lor directe. Pentru o serie mare de factori se pot da numai exprimări calitative ale influenţei asupra alegerii amplasamentelor şi, în consecinţă, neglijarea lor ar reduce considerabil valoarea soluţiilor adoptate şi, implicit, a deciziilor.

Folosirea metodelor matematice moderne de selecţionare face posibilă găsirea unor soluţii prin care se reduce subiectivismul în alegerea deciziilor.

Metoda de selecţionare utilizată în prezenta lucrare are la bază studiile elaborate în cadrul SEMA (Societé d'Economie et de Mathématique appliquée).

Aplicarea concretă a acestei metode în cazul alegerii unui amplasament optim pentru o investiţie importantă din cadrul Ministerului Industriei Metalurgice, legată de dezvoltarea industriei de ţevi sudate, a permis selecţionarea din cele cinci variante de amplasament posibile a variantei optime care să satisfacă din toate punctele de vedere condiţiile impuse prin temă şi, anume , determinarea variantei cu maximă eficienţă economică la nivelul întregii economii.

Se menţionează că din compararea rezultatelor finale indicate de această metodă, cu alte rezultate, indicate de metoda folosită obişnuit în determinarea amplasamentului optim şi anume metoda cheltuielilor echivalente totale minime, a reieşit foarte clar faptul că metoda ELECTRE, datorită preciziei conferite de instrumentul său matematic, permite o selecţionare posibilă şi riguros ştiinţifică.

Fiind date M obiecte (amplasamente) şi F factori (criterii) se cere să se stabilească o ordine spre a se putea selecţiona unul din obiecte (amplasamente).

Se porneşte de la ideea că compararea a două amplasamente i şi j din mulţimea M, ţinînd seamă de toate criteriile, implică posibilitatea de a le compara separat după fiecare criteriu în parte. Aceasta presupune că pentru fiecare criteriu să existe o „scară de apreciere" şi ca fiecărui obiect din mulţimea M să-i corespundă o treaptă din scara de apreciere menţionată, materializată în note. De asemenea trebuie să se ţină seamă că criteriile pot fi diferenţiate în criterii mai importante şi mai puţin importante; acestor criterii li se va atribui cîte o pondere în acest sens.

În condiţiile de mai sus orice pereche de amplasamente i şi j din mulţimea M se poate compara după fiecare criteriu, putîndu-se stabili relaţii de felul următor: i mai bun ca j; i echivalent cu j; i mai prost ca j; i şi j nu se pot compara între ele.

Aplicarea metodei ELECTRE în prezentul studiu urmăreşte stabilirea unei clasificări şi a unei selecţionări a amplasamentelor.

Datele iniţiale sînt cuprinse în tabela 1.

Se analizează cele cinci amplasamente cuprinse în temă, notate astfel : A_1, A_2, A_3, A_4, A_5.

Pentru o analiză cît mai complexă s-a considerat ca necesar să se ia în discuţie un număr cît mai mare de criterii. Astfel se vor lua în considerare 22 criterii în care se regăsesc toţi factorii calculaţi sau apreciaţi calitativ.

În raport de importanţă s-a acordat fiecărui criteriu cîte o pondere; astfel cele mai importante (investiţia totală, posibilitatea de extindere, productivitatea muncii şi preţul de cost mediu al producţiei ce se va realiza etc.) au căpătat ponderea 4, iar cele mai puţin importante, ponderile 3, 2 sau 1.

Aprecierile aferente fiecărui amplasament în raport de fiecare criteriu s-a făcut prin acordare de note, nota 5 fiind cea mai bună, iar nota 1, cea mai slabă. La baza acestor aprecieri au stat datele cuprinse în STE şi, în foarte mică măsură, observaţiile I. M. Iaşi. S-ar putea obiecta că notele acordate ca valoare absolută nu reflectă chiar realitatea. Însă, după cum se va vedea în tratarea propriu-zisă a problemei, ele intervin numai printr-un raport de diferenţe

Tabela 1

Criteriul de apreciere	Ponderea criteriului	A_1	A_2	A_3	N A_4	S A_5
		Scara de apreciere				
Investiţie totală	4	5	4	3	2	1
Pierderi de beneficiu în perioada de atingere a indicatorilor	3	5	3	4	2	1
Cheltuieli de prelucrare	2	5	4	3	1	2
Cheltuieli cu transportul materiilor prime	3	3	5	2	4	4
Cheltuieli cu transportul produselor finite	3	2	3	5	4	4
Productivitatea muncii	4	5	3	2	1	1
Încadrare în zonă şi perspective	2	5	5	4	5	5
Posibilităţi de transport a salariaţilor	2	5	4	5	4	4
Suprafaţă teren scos din circuitul agricol	2	5	4	3	1	2
Categoria terenului	1	1	1	1	2	1
Natura terenului	2	3	4	3	3	1
Volumul de terasamente	2	5	3	2	1	1
Posibilităţi de deservire cu utilităţi, combustibil, energie, apă	3	5	4	4	3	3
Racord C.F.R.	3	5	3	3	5	5
Posibilităţi de extindere	4	4	5	5	5	4
Termen de recuperare a investiţiilor	4	5	4	3	2	2
Cadre de specialitate disponibile existente şi posibilităţi ulterioare de specializare a cadrelor	3	5	4	3	1	1
Deserviri ale procesului de producţie cu scule, piese de schimb, laboratoare	3	5	4	2	1	1
Forţa de muncă disponibilă	4	5	4	1	5	5
Organizare şantier-cheltuieli	2	5	3	2	1	1
Asigurarea spaţiilor de cazare pentru specialişti (pers. TA) care vor exploata noua unitate	2	5	3	2	2	2
Preţ de cost mediu al producţiei	4	4	5	1	2	3

neavînd alt scop decît a preciza ordinea de preferinţă între fiecare pereche de amplasamente.

Din experienţa aplicării metodei a rezultat că în cazul în care se modifică notele fără a se modifica ordinea între diferitele perechi de elemente, rezultatele sînt identice sau foarte apropiate.

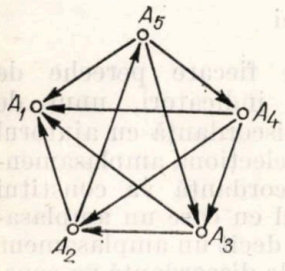


Fig. 1

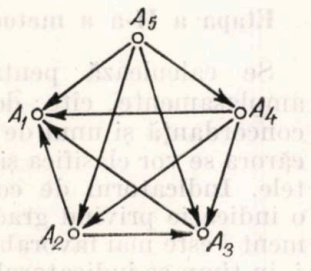


Fig. 2

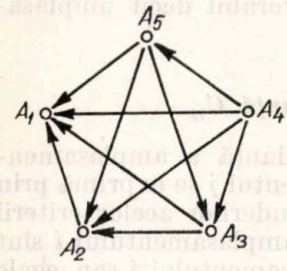


Fig. 3

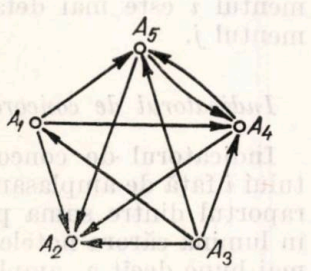


Fig. 4

Etapa I a metodei

Pentru fiecare criteriu se asociază cîte un graf. Elementele mulţimii M formată din cele cinci amplasamente se consideră vîrfuri ale grafului, iar relaţiile dintre amplasamente definesc arcele de legătură U dintre vîrfurile grafului. Graful se notează astfel: $G = (M, U)$.

Arcele se realizează astfel:

— dacă amplasamentul i este mai bun ca j se trasează o săgeată de la j la i;

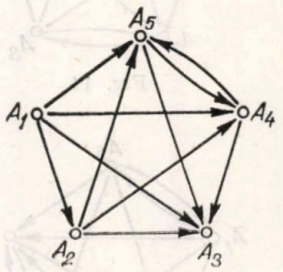


Fig. 5

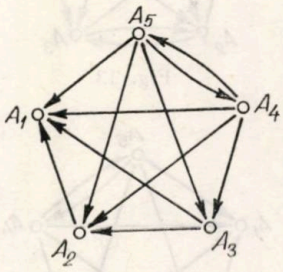


Fig. 6

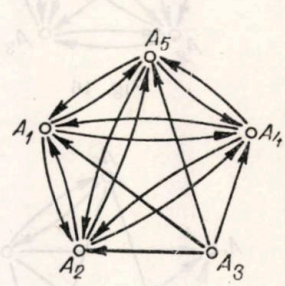


Fig. 7

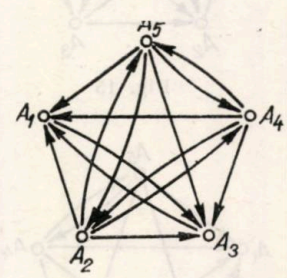


Fig. 8

— dacă i este mai prost ca j se trasează o săgeată de la i la j;

— dacă i și j sînt echivalente (au aceeași notă) se trasează cîte o săgeată în ambele sensuri.

Cu ajutorul datelor din tabela 1 se trasează astfel cele 22 grafe (fig. 1 — 22).

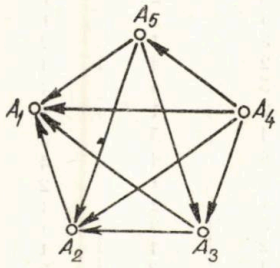


Fig. 9

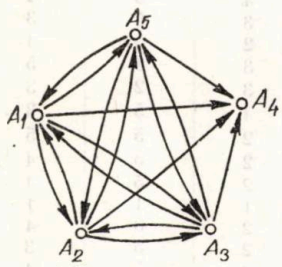


Fig. 10

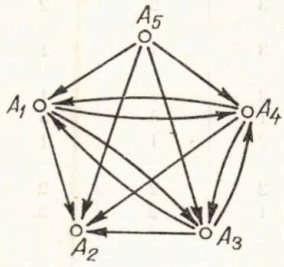


Fig. 11

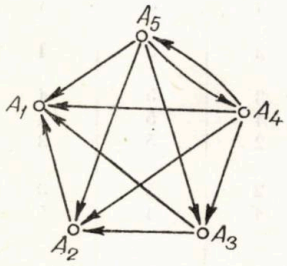


Fig. 12

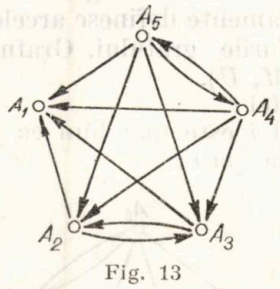


Fig. 13

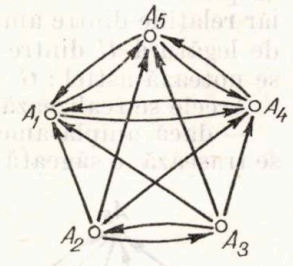


Fig. 14

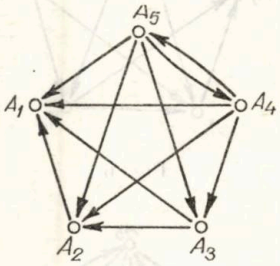


Fig. 15

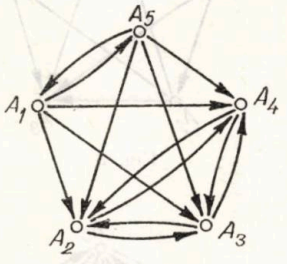


Fig. 16

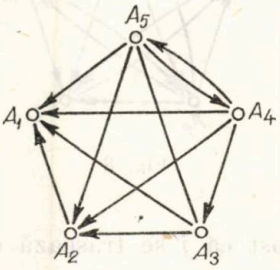


Fig. 17

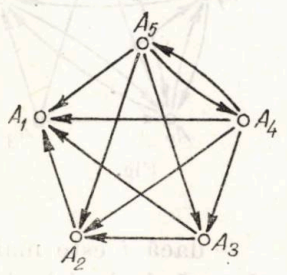


Fig. 18

Din analiza celor 22 grafe (printr-o eventuală suprapunere) se constată că pentru nici o pereche de amplasamente (A_i, A_j) nu există numai săgeți într-o singură direcție (i spre j sau j spre i). Se poate spune că nucleul grafelor va conține tot cinci vîrfuri (amplasamente).

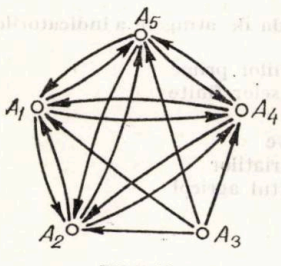


Fig. 19

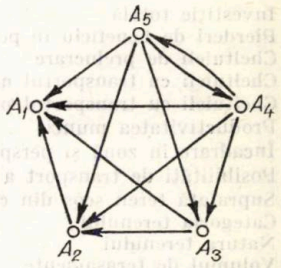


Fig. 20

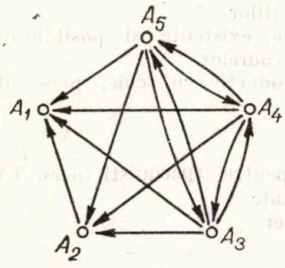


Fig. 21

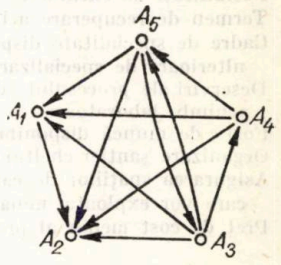


Fig. 22

Astfel etapa I a metodei în situația de față nu duce la nici o concluzie asupra nici unui amplasament, rămînînd în discuție toate cinci amplasamente pentru etapa a II-a.

Etapa a II-a a metodei

Se calculează pentru fiecare pereche de amplasamente cîte doi indicatori, unul de concordanță și unul de discordanță cu ajutorul cărora se vor clasifica și selecționa amplasamentele. Indicatorul de concordanță va constitui o indicație privind gradul cu care un amplasament i este mai favorabil decît un amplasament j, în timp ce indicatorul de discordanță va constitui o indicație privind gradul cu care amplasamentul i este mai defavorabil decît amplasamentul j.

Indicatorul de concordanță C_{ij}

Indicatorul de concordanță a amplasamentului i față de amplasamentul j se exprimă prin raportul dintre suma ponderilor acelor criterii în lumina cărora notele amplasamentului i sînt mai bune decît a amplasamentului j sau egale cu ale amplasamentului j și suma ponderilor tuturor criteriilor.

$$C_{ij} = \frac{\Sigma\, n_{ij} \cdot P}{\Sigma\, P} \qquad (1)$$

Numitorul P este egal la toți indicii de concordanță și anume :

$$\Sigma P = 62$$

Numărătorul pentru fiecare pereche de amplasamente i, j s-a calculat separat, iar rezultatele sînt trecute în tabela 2.

Tabela 2

i \ j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	x	39	50	40	42
A_2	16	x	43	43	47
A_3	7	8	x	37	43
A_4	11	7	17	x	14
A_5	6	6	16	8	x

De exemplu :

— pentru amplasamentul $A_1(i)$ față de $A_2(j)$:

Σn_{12} $P = 4+3+2+4+2+2+2+3+3+4+$ $+3+3+2+2=39$

— pentru amplasamentul A_2 (i) față de $A_1(j)$:

Σn_{21} $P = 3+3+2+4+4=16$

Raportînd rezultatele din tabela 2 la suma ponderilor se găsesc indicii de concordanță C_{ij} (tabela 3).

Tabela 3

i \ j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	x	0,62	0,80	0,64	0,67
A_2	0,25	x	0,69	0,69	0,75
A_3	0,11	0,12	x	0,59	0,69
A_4	0,17	0,11	0,27	x	0,22
A_5	0,09	0,09	0,25	0,12	x

Indicele de concordanță al amplasamentului A_1 față de A_2 va fi $C_{12} = 0{,}62$ și indicele de concordanță al amplasamentului A_2 față de A_1 va fi $C_{21} = 0{,}25$. Se observă că singur indicele de concordanță nu poate duce la o rezolvare a problemei.

Indicatorul de discordanță d_{ij}

Indicatorul de discordanță al amplasamentului i față de amplasamentul j se exprimă prin raportul dintre diferențele negative în modul, ale notelor atribuite elementelor i și j (m_{ij}) și maximul celor mai mari diferențe negative în modul (M), înregistrate pe cîte un criteriu

$$d_{ij} = \frac{m_{ij}}{M} \qquad (2)$$

Diferența maximă a notelor va fi :

$$M = 5 - 1 = 4$$

Numărătorul m_{ij} pentru fiecare pereche de amplasamente i și j s-a calculat separat, iar rezultatele sînt trecute în tabela 4. De exemplu :

— pentru amplasamentul A_1 (i) față de A_2 (j) se urmărește discordanța, adică diferența notelor în cazul cînd A_1 este defavorabil sau cel mult egal notat cu A_2, și se trece în ordine descrescătoare în valoare absolută : 2 ; 1 ; 0 (pentru criteriul 4 diferența este 2 ; pentru criteriile 5 ; 11 ; 15 ; 22 diferența este 1 ; pentru criteriile 7 ; 10 ; 19 diferența este 0, adică au note egale) ;

— pentru amplasamentul A_2 (i) față de A_1 diferențele vor fi tot 2 ; 1 ; 0 (pentru criteriile 2 ; 6 ; 12 ; 14 ; 20 ; 21 diferența este 2 ; pentru criteriile 1 ; 3 ; 8 ; 9 ; 13 ; 16 ; 17 ; 18 diferența este 1 ; pentru criteriile 7 ; 10 ; 19 diferența este 0).

Raportînd rezultatele din tabela 4 la diferența maximă a notelor se găsesc indicii de discordanță d_{ij}.

Amplasamentul A_1 față de A_2 va avea trei indici de discordanță d_{12}, cel mai mare fiind 0,5, iar amplasamentul A_2 față de A_1 va avea tot trei indici de discordanță d_{21}, cel mai mare fiind, de asemenea, 0,5.

Analiza indicatorilor și stabilirea priorităților

Pentru a stabili o ordine de prioritate a amplasamentului se admite că amplasamentul A_i poate fi considerat prioritar față de amplasamentul A_j dacă valoarea C_{ij} a indicelui de concordanță este suficient de mare, iar valoarea d_{ij} a indicelui de discordanță este suficient de redusă. Limitele inferioare ale lui C_{ij} și superioare ale lui d_{ij} se numesc praguri de concordanță p și de discordanță g. Amplasamentul A_i va fi favorabil lui A_{ij} dacă :

$$C_{ij} \geqslant P \qquad (3)$$

$$d_{ij} \leqslant g$$

Tabela 4

i \ j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	x	2 1 0 — —	3 1 0 — —	2 1 0 — —	2 1 0 — —
A_2	2 1 0 — —	x	2 1 0	2 1 0	2 1 0
A_3	4 3 2 1 0	4 3 2 1 0	x	4 2 1 0	4 2 1 0
A_4	4 3 2 1 0	3 2 1 0	2 1 0	x	1 0
A_5	4 3 2 1 0	4 3 2 1 0	3 2 1 0	2 1 0	x

Ipoteza mai riguroasă, care corespunde de fapt etapei I a lucrării de față și prin care s-au putut stabili aici priorități, este :

$$p = 1$$

$$g = 0$$

De fapt aceasta ar fi însemnat că, comparînd două amplasamente din mulțimea celor cinci pentru toate criteriile, unul să aibă note mai mari sau cel puțin egale cu ale celuilalt ceea ce, după cum se vede și din tabela 1, nu se întîmplă.

Pentru analizare, în continuare, se va reduce treptat pragul de concordanță și se va mări treptat pragul de discordanță astfel ca să se găsească din ce în ce mai multe perechi de amplasamente A_i și A_j care să satisfacă cele două inegalități. Cînd s-a găsit o astfel de pereche $(A_i ; A_j)$ în graful nou construit se va trage o săgeată de la A_j la A_i, ceea ce înseamnă că A_i este prioritar lui A_j.

Analiza II A

În această primă analiză a etapei a doua de lucru s-au luat în considerare indicii C_{ij} și indicii cu discordanță d_{ij} cu valori maxime din fiecare coloană A_j.

Perechile de valori atribuite pragurilor se iau din tabela 5 maxima lui C_{ij} și minima lui d_{ij} respectiv :

a) $p = 0{,}8 : q = 0{,}25$

Nici o pereche de amplasamente A_i, A_j nu satisface condițiile (3) simultan ; nu se poate trage nici o săgeată.

b) $p = 0{,}75 : q = 0{,}5$

În perechea de amplasamente A_2, A_5 apare prioritatea lui A_2 asupra lui A_5 datorită faptului că sînt îndeplinite condițiile (3) pentru această pereche adică :

$$C_{25} = 0{,}75 \geqslant 0{,}75$$

$$d_{25} = 0{,}5 \leqslant 0{,}5$$

Apare astfel prima săgeată în graf (fig. 23).

c) $p = 0{,}69 : q = 0{,}5$

În două perechi de amplasamente A_2, A_3 și A_2, A_4 apar prioritățile $A_2 \leftarrow A_3$ și $A_2 \leftarrow A_4$ datorită faptului că sînt îndeplinite condițiile (3) :

$$C_{23} = 0{,}69 = 0{,}69 : d_{23} = 0{,}5 = 0{,}5$$

$$C_{24} = 0{,}69 = 0{,}69 : d_{24} = 0{,}5 = 0{,}5$$

Apar astfel două noi săgeți în graf (fig. 24).

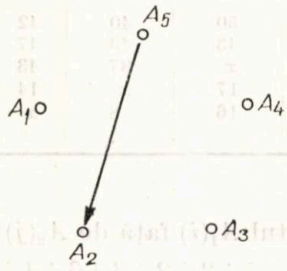


Fig. 23

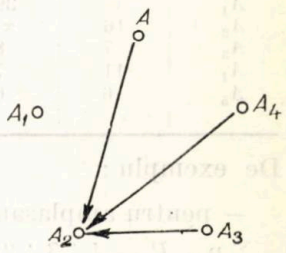


Fig. 24

d) $p = 0{,}67 : q = 0{,}5$

Într-o pereche de amplasamente A_1, A_5 apare prioritatea :

$A_1 \leftarrow A_5$ $(C_{15} = 0{,}67 = 0{,}67 : d_{15} = 0{,}5 = 0{,}5)$.

Se completează graful cu încă o săgeată (fig. 25).

e) $p = 0{,}64 : q = 0{,}5$

Apare prioritatea $A_1 \leftarrow A_4$ $(C_{14} = 0{,}64 = 0{,}64 : d_{14} = 0{,}5 = 0{,}5)$.

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 26).

Se observă din figura 26 că rămîn în discuție numai două amplasamente (A_1) și (A_2).

f) $p = 0{,}62 : q = 0{,}5$

Apare prioritatea amplasamentului (A_1) față de (A_2), $(C_{12} = 0{,}62 = 0{,}62 ; d_{12} = 0{,}5 = 0{,}5)$.

Tabela 5

i \ j	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	x	0,5 ; 0,25 ; 0	0,75 ; 0,25 ; 0	0,5 ; 0,25 ; 0	0,5 ; 0,25 ; 0
A_2	0,5 ; 0,25 ; 0	x	0,5 ; 0,25 ; 0	0,5 ; 0,25 ; 0	0,5 ; 025 ; 0
A_3	1 ; 0,75 ; 0,5 ; 0,25 ; 0	1 ; 0,75 ; 0,5 ; 0,25 ;0	x	1 ; 0,5 ;0,2 0	1 ; 0,5 ; 0,25 ;0
A_4	1 ; 0,75 ;0,5 ; 0,25 ;0	0,75 ; 0,5 ; 0,25 ; 0	0,5 ; 0,25 ; 0	x	0,25 ;0
A_5	1 ; 0,75 ; 0,5 ; 0,25 ; 0	1 ; 0,75 ;05 ; 0,25 ; 0	0,75 ; 0,5 ; 0,25 ; 0	0,5 ; 0,25 ; 0	x

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 27).

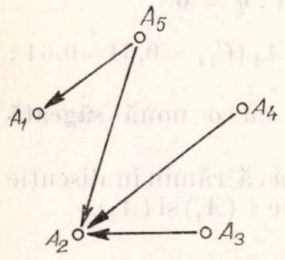


Fig. 25

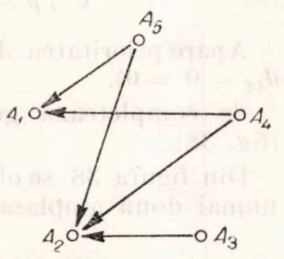


Fig. 26

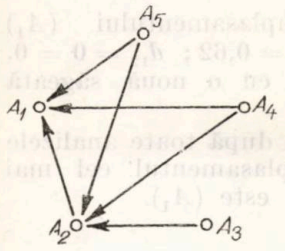


Fig. 27

Reiese că amplasamentul (A_1) este cel mai avantajos.

Analiza II B

În această a doua analiză a etapei a II-a se face o reluare a discuției indicilor C_{ij} și d_{ij} mai în profunzime, luîndu-se în considerare coloana cu valorile următoare celor maxime ale lui d_{ij} din fiecare coloană A_j.

$a')$ $p = 0{,}8$: $q = 0{,}25$

Apare prima prioritate $A_1 \leftarrow A_3$ ($C_{13} = 0{,}8 = 0{,}8$: $d_{13} = 0{,}25 = 0{,}25$).

Se trasează prima săgeată a noului graf (fig. 28).

$b')$ $p = 0{,}75$: $q = 0{,}25$

Apare prioritatea $A_2 \leftarrow A_5$ ($C_{25} = 0{,}75 = 0{,}75$: $d_{25} = 0{,}25 = 0{,}25$).

Se trasează a doua săgeată a grafului (fig. 29).

$c')$ $p = 0{,}69$: $q = 0{,}25$

Apar prioritățile : $A_2 \leftarrow A_3$ ($C_{23} = 0{,}69 = 0{,}69$; $d_{23} = 0{,}25 = 0{,}25$).

$A_2 \leftarrow A_4$ ($C_{24} = 0{,}69 = 0{,}69$: $d_{24} = 0{,}25 = 0{,}25$)

Se completează graful cu două noi săgeți (fig. 30).

$d')$ $p = 0{,}67$: $q = 0{,}25$ apare prioritatea : $A_1 \leftarrow A_5$ ($C_{15} = 0{,}67 = 0{,}67$: $d_{15} = 0{,}25 = 125$.

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 31).

$e')$ $p = 0{,}64$: $q = 0{,}25$.

Apare prioritatea $A_1 \leftarrow A_4$ ($C_{14} = 0{,}64 = 0{,}64$: $d_{14} = 0{,}25 = 0{,}25$).

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 32). Din figura 32 se observă că rămîn în discuție numai două amplasamente : (A_1) și (A_2).

f') $p = 0{,}62$: $q = 0{,}25$

Apare prioritatea amplasamentului (A_1) față de (A_2) ($C_{12} = 0{,}62 = 0{,}62$: $d_{12} = 0{,}25 = 0{,}25$).

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 33).

Reiese că și după această analiză mai profundă amplasamentul (A_1) este prioritar.

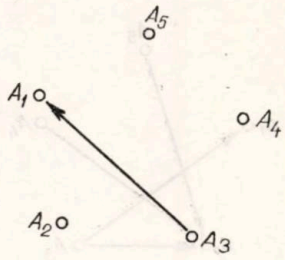


Fig. 28

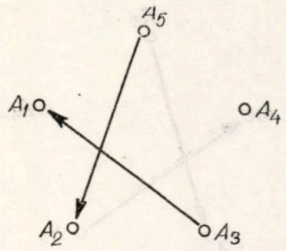


Fig. 29

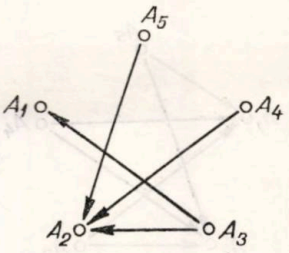


Fig. 30

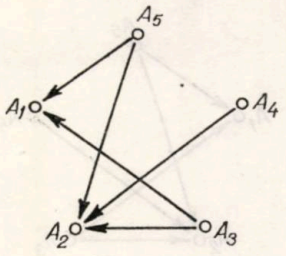


Fig. 31

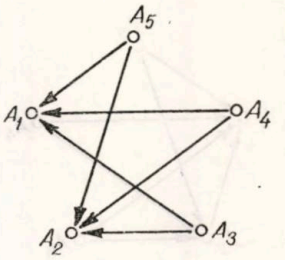


Fig. 32

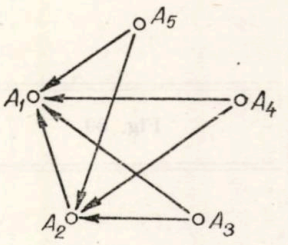


Fig. 33

Analiza II C

În această a treia analiză a etapei a II-a se face o nouă discuție a indicilor de concordanță C_{ij} și de discordanță d_{ij} mai în profunzime, luîndu-se în considerare coloana cu valorile următoare celor din varianta precedentă ale lui d_{ij}.

$a'')$ $p = 0{,}8$: $q = 0$

Apare prima prioritate $A_1 \leftarrow A_3$ ($C_{13} = 0{,}8 = 0{,}8$: $d_{13} = 0 = 0$).

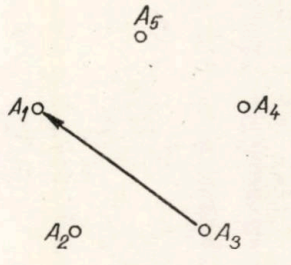


Fig. 34

Se trasează prima săgeată a noului graf (fig. 34).

b'') $p = 0{,}75$: $q = 0$.

Apare prioritatea $A_2 \leftarrow A_5$ ($C_{25} = 0{,}75 = 0{,}75$: $d_{25} = 0 = 0$).

Se trasează a doua săgeată a grafului (fig. 35).

$$c'') \; p = 0{,}69 : q = 0$$

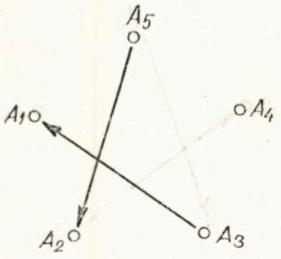


Fig. 35

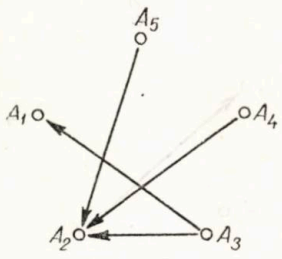


Fig. 36

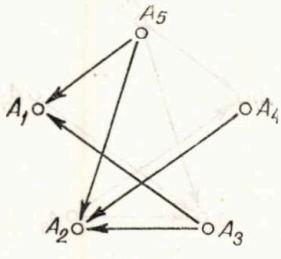


Fig. 37

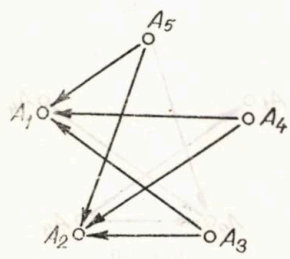


Fig. 38

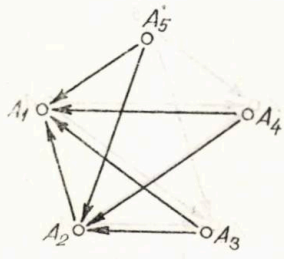


Fig. 39

Apar priorităţile :

$A_2 \leftarrow A_3$ ($C_{23} = 0{,}69 = 0{,}69$: $d_{23} = 0 = 0$

$A_2 \leftarrow A_4$ ($C_{24} = 0{,}69 = 0{,}69$: $d_{24} = 0 = 0$)

Se completează graful cu două noi săgeţi (fig. 36)

$$d'') \; p = 0{,}67 : q = 0$$

Apare prioritatea $A_1 \leftarrow A_5$ ($C_{15} = 0{,}67 = 0{,}67$: $d_{15} = 0 = 0$).

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 37).

$$e'') \; p = 0{,}64 : q = 0$$

Apare prioritatea $A_1 \leftarrow A_4$ ($C_{14} = 0{,}64 = 0{,}64$: $d_{14} = 0 = 0$).

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 38).

Din figura 38 se observă că rămîn în discuţie numai două amplasamente : (A_1) şi (A_2).

$$f'') \; p = 0{,}62 : q = 0$$

Apare prioritatea amplasamentului (A_1) faţă de (A_2), ($C_{12} = 0{,}62 = 0{,}62$; $d_{12} = 0 = 0$.

Se completează graful cu o nouă săgeată (fig. 39).

Reiese, în concluzie, că după toate analizele complexe efectuate, amplasamentul cel mai bun pentru noua unitate este (A_1).

Concluzii

Alegerea unui amplasament numai din punct de vedere al „planului general" sau numai al „eficienţei economice a investiţiei" nu poate rezolva problema determinării amplasamentului optim. Din acest punct de vedere dacă se ţine cont de faptul că alegerea unui amplasament constituie o problemă de optimizare complexă, aceasta trebuie făcută în funcţie de ansamblul tuturor factorilor care influenţează sau sînt influenţaţi de aceasta. Faţă de numărul mare de date şi variante se impune folosirea necondiţionată a metodelor matematice, iar soluţia adoptată să ţină seamă de mai multe puncte de vedere de importanţă diferită ce nu sînt reductibile la unul singur.

Astfel, în lucrarea de faţă s-a prezentat un exemplu concret de determinare a amplasamentului optim a unei investiţii, legate de extinderea producţiei de ţevi sudate, aplicînd metoda ELECTRE care se bazează pe teoria grafelor şi permite determinarea, pe cale strict matematică, alegerii variantei optime.

Ing. A. E. Teodoriu și ing. T. Berescu
Întreprinderea metalurgică — Iași

Stadiul actual și perspectivele producției de profile formate la rece la Întreprinderea metalurgică — Iași

CZ 669 — 42 :621.7.016.3

Începutul fabricației de masă, în țara noastră, a profilelor formate la rece a fost marcat de intrarea în exploatare la Întreprinderea metalurgică — Iași, în anul 1966, a primelor două linii tehnologice de mare productivitate.

Procedeul tehnologic utilizat pe aceste linii de fabricație a profilelor formate la rece constă în îndoirea succesivă a benzii de oțel între cilindrii de formare special profilați. Acest procedeu de fabricație oferă posibilitatea obținerii unor profile cu pereți subțiri și de forme diverse fără modificarea grosimii benzii, asigurînd totodată o distribuție mai rațională a metalului în secțiune comparativ cu profilele laminate la cald.

Materia primă utilizată la fabricarea profilelor formate la rece este :

— bandă de oțel laminată la cald, conform STAS 9236—73 ;

— bandă de oțel laminată la rece, conform STAS 9150—73.

În privința utilizării benzii laminate la rece la fabricarea profilelor au existat restricții legate de faptul că această bandă se importa. În prezent, odată cu intrarea în exploatare în anul 1970 a laminorului de benzi la rece de la Combinatul siderurgic—Galați, utilizarea benzilor laminate la rece se face fără restricții, în mod curent, ori de cîte ori se solicită și este necesar acest lucru.

Totodată la Combinatul siderurgic — Galați a fost elaborată și o nouă marcă de oțel și anume ROMCOR 37 A, care sub formă de benzi a fost utilizat la fabricarea profilelor formate la rece, destinate construcțiillor supuse la medii corosive și, în continuare, se va elabora și o marcă de oțel cu caracteristici superioare de rezistență atît mecanice, cît și anticorosive ROMCOR 52 A. Aceste, oțeluri cu granulație fină și rezistență ridicată la coroziune, se vor utiliza atît la vagoanele de cale ferată pentru marfă , cît și la alte construcții de vagoane, vagoneți de mină, închideri de hale industriale etc.

Pentru profilele formate la rece au fost elaborate pînă în prezent și un număr de 11 standarde de stat, fapt ce a permis ca, pe de o parte, să se pună la dispoziția beneficiarilor toate condițiile și caracteristicile profilelor formate la rece, iar, pe de altă parte, să se obțină o stabilizare a tipodimensiunilor de profile formate la rece introduse în fabricație. Standardele elaborate pînă în prezent pentru profilele formate la rece sînt :

STAS 8426—69—Profile din bandă de oțel formate la rece. Condiții tehnice generale.
STAS 7836—71—Profile cornier cu aripi egale.
STAS 8250—68—Profile cornier cu aripi neegale.
STAS 7835—71—Profile U cu aripi egale.
STAS 8610—70 —Profile U cu aripi neegale.
STAS 8296—69—Profile Z cu aripi egale.
STAS 8609—70—Profile Z cu aripi neegale.
STAS 8367—69—Profile omega cu aripi egale.
STAS 8249—68—Profile T cu aripi egale.
STAS 8326—69—Profil rotund deschis.
STAS 9142—72—Profile pentru tîmplărie metalică.

Acțiunea elaborării unui număr sporit de standarde este consecința directă a diversificării producției de profile formate la rece și a ritmului rapid de asimilare a unui mare număr de sortimente.

Dinamica asimilării profilelor formate la rece, începînd de la intrarea în exploatare a liniilor de profile în anul 1966 și pînă în 1972, este dată în tabela 1.

Tabela 1

Anul	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Numărul de profile asimilate	36	46	186	129	46	75	68

Pentru viitor apare necesară continuarea asimilării de noi profile formate la rece din următoarele considerente :

— introducerea profilelor formate la rece în consumul curent al unor ramuri industriale din țara noastră ;

— utilizarea rațională a metalului;

— precizia ridicată în execuție, concomitent cu reducerea de manoperă la cumpărător ;

— satisfacerea, în măsură cît mai mare, a cererii consumatorilor ;

— economie de metal comparativ cu profilele laminate.

Tendințele de dezvoltare a producției de profile formate la rece se desfășoară pe două căi :

— diversificarea mare de produse cu complexități variate și cu acoperiri speciale, pe

linii ușoare specializate pe anumite game;
— linii de mare productivitate destinate producerii unor sortimente mai simple.

Domeniile de utilizare a acestor profile cu pereți subțiri formate la rece sînt construcțiile și lucrările publice, vagoanele de cale ferată, industria constructoare de mașini și electrotehnică, industria de autovehicule, domeniile ce se vor păstra și în viitor. Oțelurile din care se confecționează aceste profile sînt oțelurile carbon și slab aliate.

Tendințele dezvoltării profilelor formate la rece destinate construcțiilor se remarcă prin utilizarea benzilor late și, deci, a profilelor de tip plat sau ondulate și nervurate care se placează cu mase plastice sau se acoperă cu vopsea, avînd suprafața finisată superior.

În scopul sondării cerințelor pe piața internă, privind profilele formate la rece, Întreprinderea metalurgică — Iași a întocmit un studiu de marketing în care se arată ce poate desface pe piața internă și, ca atare, ce trebuie să se producă.

După intrarea în funcțiune a primelor două linii de profile în anul 1966 s-au mai instalat, în 1972, alte două linii de profile; caracteristicile principale ale acestor linii sînt prezentate în tabela 2.

Tabela 2

Linia de profile	Caracteristicile principale		
	Numărul de caje orizontale acționate	Lățimea benzii, mm	Grosimea benzii, mm
500×5	14	80—500	2—5
250×3	14	30—250	1—3
250×3	16	50—250	1—3
350×3	16	50—350	1—3

În privința profilelor ce se vor realiza pe cele două linii noi, ce se vor amplasa în viitor la Întreprinderea metalurgică—Iași, s-a considerat oportună și de necesitate imediată fabricarea profilelor pentru autocamioane, autobuze și electrofiltre.

Astfel, una din liniile de profile va fi destinată fabricării profilelor fine și de precizie ridicată, avînd toleranțe de ordinul a 0,2 mm și permite fabricarea profilelor din benzi de oțel cu grosimi de la 0,5 la 2 mm și lățimi pînă la 170 mm.

Cea de-a doua linie de profile va fi destinată fabricării profilelor late pentru electrofiltre, pentru acoperiri de hale ușoare și pentru închideri de hale și va permite fabricarea profilelor din benzi de oțel cu grosimi de la 0,5 la 2mm și lățimi de la 100 la 800 mm.

Atît pe liniile actuale de profilare, cît și pe cele ce se vor instala în viitor este asigurată posibilitatea trecerii la fabricația de profile din benzi cu caracteristici mecanice superioare, avînd rezistența de rupere la tracțiune de pînă la 60 kgf/mm^2. Totodată se va trece și la fabricarea profilelor de tip U destinate longeroanelor pentru autocamioane și remorci auto, utilizîndu-se benzi de oțel cu grosimea de 6 mm, aceasta ca urmare a modificărilor operate în fluxul tehnologic al liniei de profile 500 × 5 și a unor dotări suplimentare.

Trebuie relevat în special că dezvoltarea producției de profile formate la rece este o consecință directă a avantajelor certe pe care le prezintă acestea, fiind solicitate, din ce în ce mai mult, atît pe piața internă, cît și pe piața externă.

Ing. P. Ţocu, ing. Ov. Hătărăscu
Institutul de cercetări metalurgice—Bucureşti
Ing. N. Pilly
Întreprinderea "Victoria„ — Călan

Cercetări privind utilizarea în furnal a minereurilor prereduse

CZ 669.162.1 :622.785

Unul din mijloacele de pregătire a încărcăturii furnalului în vederea micşorării consumului specific de cocs şi măririi producţiei de fontă este utilizarea materialelor prereduse prin aşa-numitele procedee de reducere directă, care utilizează agenţi reducători mai ieftini decît cocsul. Rezultatele cercetărilor efectuate în acest scop, ca şi creşterea preţului cocsului metalurgic fac ca în multe ţări, printre care şi R. S. România, utilizarea minereurilor prereduse în încărcătura furnalului să prezinte interes.

Experimentările de introducere în încărcătura furnalului a materialelor prereduse sînt relativ recente, primele fiind efectuate în anul 1962 de către U. S. Bureau of Mines şi Pickands Mather Co. la un furnal experimental din Bruceton, Philadelphia, folosind pelete prereduse cu un conţinut de pînă la 85 % fier. În anii următori s-au mai făcut astfel de experimentări la Gadsden şi United States Steel (S. U. A.), Hilton-Hamilton (Canada), Yawata-Higashida (Japonia), în U.R.S.S. şi în R. S. România.

În R. S. România primele experimentări de elaborare a fontei în furnal, utilizînd în încărcătură materiale prereduse, s-au făcut în anul 1965, la Întreprinderea de fier Vlahiţa. S-a utilizat minereu indian preredus după un procedeu ICEM, la o instalaţie de capacitate 2,2 m³[1].

Rezultatele experimentărilor menţionate arată că indiferent de categoria de material preredus folosit, de capacitatea furnalului şi de utilizarea sau neutilizarea insuflării de combustibili auxiliari, mărirea gradului de metalizare ($Fe_{metalic}/Fe_{tot}$) a încărcăturii furnalului influenţează progresiv în acelaşi mod scăderea consumului specific de cocs şi mărirea producţiei de fontă. Aceste corelări, stabilite în diferite ţări, au fost sintetizate în diagramele din figura 1, în vederea obţinerii unor date medii orientative. Punctele obţinute se înscriu destul de riguros în jurul unor drepte de regresie. Din ecuaţiile acestor drepte rezultă următoarea concluzie valabilă pentru toate experimentările de utilizare în încărcătura furnalului, a materialelor prereduse : pentru fiecare 100 kg fier metalic/t fontă, introdusă în furnal sub formă de material preredus, consumul specific de cocs scade cu circa 5,7 %, iar producţia de fontă creşte cu circa 6,3 %.

În cursul anului 1972, la instalaţia experimentală de producere a buretului de fier de la Întreprinderea „Victoria" — Călan, s-a obţinut minereu de fier preredus, utilizînd ca materie primă minereul hematitic India. S-a utilizat un procedeu de reducere directă brevet ICEM, bazat pe obţinerea gazelor reducătoare prin reacţia de conversie a gazului metan cu gazele rezultate în urma reducerii minereului. Volumul util al instalaţiei experimentale este de 22,1 m³.

Minereul de fier preredus a fost utilizat în încărcătura furnalului nr. 2 (volum util 250 m³)

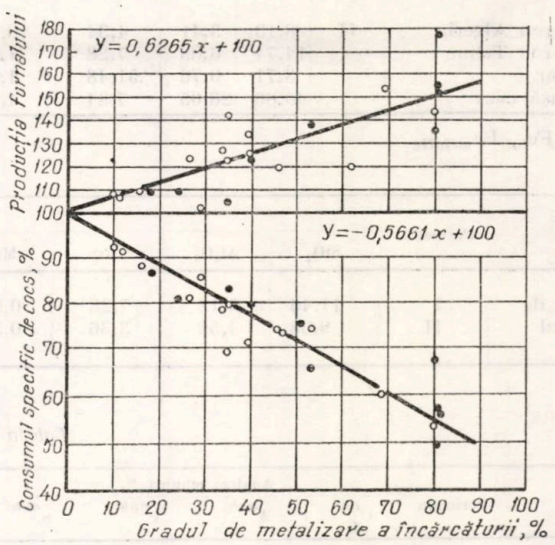


Fig. 1. Rezultatele funcţionării furnalelor din diferite ţări (S.U.A., Canada, Japonia, U.R.S.S. şi R. S. România), cu materiale prereduse:
● – cu insuflare de combustibili auxiliari.
○ – fără insuflare de combustibili auxiliari.

de la Întreprinderea „Victoria" — Călan, urmărindu-se modificarea parametrilor de funcţionare a furnalului.

Furnalul nr. 2 de la Întreprinderea „Victoria" — Călan elaborează în mod obişnuit fontă de turnătorie, utilizînd o încărcătură formată din minereuri şi calcar. În perioada I de cercetare (mers de referinţă) încărcătura metalică a fost compusă din : minereu India, Algeria, Krivoi-Rog, Teliuc şi Iacobeni, şpan, retur (lipituri şi scoarţe de fontă), iar în perioada a II-a de cercetare (mers experimental cu burete de fier în încărcătură) s-a utilizat o încărcătură asemănătoare, în care minereul India a fost înlocuit cu burete de fier (minereu India preredus). Buretele de fier s-a introdus în încărcătură diferenţiat şi anume : burete de fier „bogat" (grad de metalizare 50 %) şi burete de fier „sărac" (grad de metalizare 25 %). Compoziţia chimică a minereurilor din încărcătură, a prafului de furnal şi analiza tehnică a cocsului sînt prezentate în tabelele 1, 2, respectiv 3, iar compoziţia granulometrică, în tabela 4 (date medii pe perioadă).

Tabela 1

Materialul	Perioada	Compoziția chimică, %									
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	Fe	Mn	P	S	P.C.
Minereu Krivoi-Rog		22,95	4,18	0,56	0,43	69,47	48,56	0,072	0,081	0,046	2,00
Minereu India		4,79	3,60	0,42	0,54	82,61	57,77	0,70	0,089	0,048	6,93
Minereu Algeria		8,02	4,18	4,28	0,72	69,05	48,29	1,61	0,058	0,094	6,06
Minereu Teliuc	I	15,60	3,21	7,12	1,44	52,28	36,56	2,15	0,050	0,120	13,20
Minereu Iacobeni		24,15	4,83	4,46	1,19	23,84	16,75	26,86	0,405	0,160	1,18
Calcar		3,94	0,93	50,64	0,80	0,94	0,66	—	0,010	—	40,42
Cenușă cocs		40,80	28,05	7,84	1,40	19,07	13,92	0,40	0,445	1,32	—
Minereu Krivoi-Rog		22,02	4,82	0,14	0,94	72,67	50,87	0,38	0,068	0,022	1,06
Burete ,,sărac''		5,49	3,85	0,28	0,79	49,52	61,99*	0,57	0,080	—	—
Burete ,,bogat''		6,21	4,56	0,28	0,54	15,07	15,38		0,089	—	—
							70,26*	0,48			
							35,10				
Minereu Algeria	II	8,13	3,41	4,34	0,54	71,13	49,79	1,66	0,058	0,083	8,00
Minereu Teliuc		14,74	6,09	7,28	1,62	52,53	36,74	1,19	0,073	3,37	10,32
Calcar		3,71	0,76	51,48	1,20	1,27	0,89	—	0,036	—	41,39
Cenușă cocs		40,80	28,05	7,84	1,40	19,07	13,92	0,40	0,445	1,32	—

* $Fe_{tal}/Fe_{metalic}$

Tabela 2

	Perioada	Compoziția chimică, %									
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	Fe	Mn	P	S	C
Praf de furnal	I	11,46	5,12	7,28	0,53	55,09	38,83	0,81	0,081	0,365	5,25
	II	9,08	4,56	3,36	0,54	75,86	53,05	0,72	0,089	0,292	3,05

Tabela 3

	Perioada	Analiza tehnică, %			
		C_{fix}^{anh}	A^{anh}	V^{anh}	S^{anh}
Cocs	I	85,80	12,06	2,14	0,862
R.S.C.	II	84,88	12,80	2,32	0,781

În vederea stabilirii influenței utilizării buretelui de fier la furnal, în prima perioadă de cercetare s-a urmărit timp de 10 zile funcționarea furnalului cu un aport de fier de circa 30% în încărcătura metalică, sub formă de minereu hematitic India. Această perioadă a constituit mersul de referință al experimentării. În perioada a doua de cercetare (8 zile), minereul India

Tabela 4

Materialul	Perioada	Compoziția granulometrică, %						
		+80 mm	60–80 mm	40–60 mm	20–40 mm	10–20 mm	5–10 mm	–5 mm
Minereu Krivoi-Rog		5,00	88,00				2,50	4,50
Minereu India brut		33,50	53,25				8,25	5,00
Minereu India sortat		—	—	13,75		73,25	7,00	6,00
Minereu Algeria brut		20,25	46,50				12,75	20,50
Minereu Algeria sortat	I	—	—	21,25		69,75	6,00	3,00
Minereu Teliuc		12,00	81,75				2,25	4,00
Minereu Iacobeni		5,50	86,50				3,50	4,50
Calcar		1,50	94,25				1,50	2,75
Cocs		11,50	53,25	24,00	10,50	0,38	0,37	
Minereu Krivoi-Rog		10,31	13,63	19,56	41,31	10,25	2,63	2,31
Minereu Algeria sortat		—	1,19	19,81	41,88	21,50	11,06	4,56
Minereu Teliuc		16,62	20,56	24,31	25,88	6,94	2,94	2,75
Burete de fier ,,sărac''		—	0,38	4,25	14,69	29,06	22,31	29,31
Burete de fier ,,bogat''	II	—	2,75	7,12	16,38	26,38	19,25	28,12
Calcar		12,87	35,75	32,06	11,75	3,75	1,88	1,94
Cocs		9,81	40,81	31,94	10,38	2,62	1,69	2,75

a fost înlocuit cu burete de fier în cantitate echivalentă (cu același aport de fier în încărcătură). În tot cursul experimentării greutatea încărcăturii metalice a fost menținută constantă, modificîndu-se numai cantitatea de cocs și calcar, în funcție de mersul furnalului. În general, în perioada de experimentare furnalul a funcționat intens, cu producție sensibil mărită, deși coloana de materiale a prezentat în unele schimburi neregularități de coborîre.

O deosebire între cele două perioade de cercetare o constituie faptul că în perioada de experimentare nu s-a mai folosit minereu de mangan Iacobeni, conform rețetei de producție. În perioada de referință s-a folosit minereu Algeria nesortat. În acest fel compozițiile granulometrice medii ale încărcăturii de minereuri din cele două perioade sînt foarte asemănătoare (tabela 5).

Tabela 5

Încărcătura de minereu	Compoziția granulometrică, %			
	+80 mm	10–80 mm	5–10 mm	–5 mm
Din perioada I	5,87	82,97	4,79	6,37
Din perioada a II-a	7,73	78,38	6,66	7,23

Consumurile de materii prime, precum și parametrii de funcționare ai furnalului și compoziția chimică a produselor furnalului sînt prezentate în tabela 6 (medii pe perioadă).

Din analiza comparativă a celor două perioade de cercetare prezentate se constată următoarele modificări ale principalilor parametri de funcționare ai furnalului cu burete de fier în încărcătură, în raport cu mersul de referință :

— consumul specific de cocs tehnic, —55,09 kg/t f ;
— producția de fontă, +15,16 t/zi;
— scoaterea de fontă brută, +2,52 %;
— scoaterea de fontă netă, + 2,95 %;
— cantitatea de praf captat, + 10,4 kg/t f;
— consumul specific de gaz metan, — 7,1 Nm ^{3}/t f;
— conținutul de Si în fontă, —0,03 %;
— conținutul de Mn în fontă, —0,16 %.

Consumurile specifice de minereuri, caracteristicile cocsului utilizat, parametrii de insuflare și compozițiile chimice ale produselor furnalului (fontă, zgură, gaz de furnal) au avut valori foarte apropiate în cele două perioade analizate. Datorită utilizării buretelui de fier, în perioada a doua scoaterea de fontă a fost mai bună. Aportul de fier metalic al buretelui de fier a fost de 82 kg/t fontă.

Se constată că prin înlocuirea în încărcătura furnalului a 30 % din fier sub forma de minereu hematitic India cu aceeași cantitate de fier sub formă de burete de fier (avînd un grad de

Tabela 6

Denumirea		Perioada	
		Referință	Experimentare
A. Consumuri specifice			
Minereu Krivoi-Rog,	kg/t f	744,9	743,57
Minereu India brut,	kg/t f	65,6	—
Minereu India sortat,	kg/t f	507,0	—
Burete de fier „sărac",	kg/t f	—	450,85
Burete de fier „bogat",	kg/t f	—	44,87
Minereu Algeria brut,	kg/t f	294,6	—
Minereu Algeria sortat,	kg/t f	76,4	371,79
Minereu Teliuc,	kg/t f	82,8	82,62
Minereu Iacobeni,	kg/t f	7,1	—
Total minereuri,	kg/t f	1 778,4	1 693,7
Șpan,	kg/t f	151,7	143,63
Retur,	kg/t f	13,3	15,57
Calcar,	kg/t f	564,9	506,35
Total încărcătură,	kg/t f	2 508,3	2 359,25
Cocs tehnic,	kg/t f	723,4	668,31
Cocs tehnologic,	kg/t f	752,0	709,20
Cocs aprovizionare,	kg/t f	795,2	761,08
Gaz metan,	Nm ^{3}/t f	96,4	89,3
B. *Date de exploatare*			
Rezistența cocsului I_{20},	%	76,6	77,1
Rezistența cocsului I_{10}	%	19,3	17,0
Producția de fontă,	t/zi	322,34	337,5
Scoaterea de fontă brută,	%	39,86	42,38
Scoaterea de fontă netă,	%	41,70	44,65
Praf captat în sac,	kg/t f	98,50	107,90
Praf captat total,	kg/t f	109,50	119,90
Opriri,	min	—	50
Mers redus,	min	—	25
Număr tasări/zi,	—	8,5	7,1
C. *Parametrii de funcționare*			
Aer cald : debit,	Nm ^{3}/h	32 394	31 485
presiune,	mm H_2O	502	497
temperatură,	°C	900	916
Gaz : presiune,	mm H_2O	544	530
temperatură,	°C	260	255
D. *Compoziția chimică a produselor furnalului*			
Fonta : C,	%	4,21	4,20
Si,	%	2,74	2,71
Mn,	%	0,92	0,76
P,	%	0,161	0,161
Zgură : S,	%	0,038	0,028
SiO_2,	%	41,89	42,30
Al_2O_3,	%	9,38	7,59
CaO,	%	44,88	44,52
MgO,	%	2,21	2,20
FeO,	%	1,35	0,90
MnO,	%	0,78	0,59
CaS,	%	2,18	2,05
CaO /SiO_2,	%	1,07	1,05
Gazul : CO_2,	%	12,50	12,69
CO,	%	25,40	25,73
CH_4,	%	0,30	0,23
H_2,	%	5,20	5,53
CO_2/CO,	%	0,49	0,49

metalizare mediu de 27,35 %) s-a realizat o scădere a consumului specific de cocs şi o mărire a producţiei de fontă cu 4,70 %.

Datorită cantităţii relativ mari de praf din buretele de fier (28—29 % sub 5 mm) a crescut cantitatea de praf antrenată cu gazele. Analiza chimică medie a prafului de furnal captat în perioada a doua de cercetare a indicat un conţinut de circa 5 % fier metalic. Furnalul a funcţionat mai bine însă în perioada de mers cu burete de fier în încărcătură, avînd un număr mai mic de agăţări şi o viteză mai mare de coborîre a încărcăturii.

Calculul bilanţului de materiale şi al bilanţului termic s-a efectuat pentru 1 000 kg fontă. Rezultatele calculului sînt prezentate în tabela 7.

După cum rezultă din bilanţul termic, în urma înlocuirii minereului Indian cu burete de fier cantitatea de căldură necesară pentru disocierea oxizilor de fier a scăzut cu 172 261 kcal/t fontă, corespunzînd scăderii consumului de cocs de 55 kg/t fontă, stabilită în urma experimentărilor.

Pentru a avea o imagină reală asupra dinamicii consumului specific de cocs în cele două perioade urmărite este necesară aplicarea unor corecţii, care să ţină seamă de modificările ce au survenit asupra principalelor date de exploatare (consumul specific de gaz metan, conţinutul de siliciu şi mangan din fontă şi bazicitatea zgurei). Întrucît îmbogăţirea încărcăturii de minereuri datorită introducerii fierului metalic preredus (82 kg/t fontă) constituie o caracte-

Tabela 7

Denumirea	Perioada I		Perioada a II -a	
Gaz de furnal, Nm^3	3 360,39		2 965,13	
Aer insuflat, Nm^3	2 431,89		2 116,27	
Carbon gazeificat, kg	687,68		613,94	
Carbon din fondanţi, kg	60,40		55,44	
Carbon ars în faţa gurilor de vînt la CO, kg	554,27		482,37	
Corbon care trece în gaz prin reacţi de reducere directă, kg	73,01		76,13	
Carbon care trece în gaz prin reacţii de reducere indirectă, kg	164,63		146,14	
Bilanţ termic	**Kcal/t**	**%**	**Kcal/t**	**%**
Călduri intrate:				
Arderea carbonului la gurile de vînt	1 296 992	37,70	1 128 746	36,65
Arderea carbonului la CO	170 843	4,96	178 144	5,78
Arderea CO la CO_2	928 513	26,98	824 230	26,75
Căldura adusă de aerul suflat	722 275	21,00	639 706	20,77
Arderea hidrogenului	241 604	7,03	232 058	7,54
Căldura la reacţiile de formarea zgurei	80 161	2,33	77 210	2,51
Total intrări	3 440 388	100,00	3 080 094	100,00
Călduri consumate:				
Disocierea oxizilor	1 665 956	48,43	1 493 695	48,49
Căldura pentru trecerea S în zgură	8 120	0,23	7 419	0,24
Descompunerea carbonaţilor	212 602	6,18	195 158	6,33
Căldură pentru degajarea şi descompunerea apei de cristalizare	164 959	4,80	86 898	2,83
Căldura pentru topirea şi supraîncălzirea fontei	305 000	8,86	305 000	9,90
Căldura pentru topirea şi fluidizarea zgurei	300 790	8,75	292 383	9,50
Descompunerea umidităţii aerului	62 762	1,83	54 604	1,78
Căldura pentru evaporarea apei încărcăturii şi căldura evacuată cu vaporii de apă	227 503	6,61	214 916	6,97
Căldura evacuată cu gazul de furnal	274 880	7,98	242 251	7,86
Disocierea gazului metan	77 024	2,24	71 351	2,32
Pierderi cu apa de răcire şi erori de bilanţ	140 782	4,09	116 419	3,78
Total consum	3 440 388	100,00	3 080 094	100,00

Tabela 8

Factorul	Variația față de perioada de referință	Coeficientul de corecție	Corecția, kg cocs/tf
Consum gaz metan	— 7,1 Nm^3/t	1 $Nm^3 CH_4$ înlocuiește 1 kg cocs	— 7,1
Conținut Si din fontă	— 0,03 %	Consumul specific de cocs variază cu ± 60 kg/t f pentru ± 1 % Si	0,03 × 60 = + 1,8
Conținut de Mn din fontă	— 0,16 %	Consumul specific de cocs variază cu ± 20 kg/t f pentru ± 1 % Mn	0,16 × 20 = + 3,2
Bazicitatea zgurei	— 0,02	Variația raportului CaO/SiO în zgură cu ± 0,1 modifică consumul specific de cocs cu ± 10 kg	0,02 × 10 = + 0,2
Total corecție			— 1,9

Consum specific de cocs înregistrat	668,31 kg/t fontă
Consum specific de cocs corectat	666,41 kg/t fontă
Diferența față de perioada de diferență	+ 57,00 kg/t fontă

ristică a utilizării buretelui de fier și nu o micșorare a cantității de steril din rețeta de minereuri, la corectarea consumului specific de cocs nu se ține seamă de mărirea valorii scoaterii de fontă.

În tabela 8 se prezintă calculul corecției consumului specific de cocs pentru perioada a doua de cercetare.

Rezultă că prin introducerea în încărcătura furnalului a 82 kg fier metalic/t fontă, sub formă de burete de fier cu grad de metalizare de 27,35%, consumul specific de cocs a scăzut cu 7,87 %.

Din datele experimentărilor efectuate în alte țări (fig. 1) pentru această cantitate de fier metalic în buretele de fier utilizat la furnal a corespuns o scădere a consumului specific de cocs de $5,7 \times 0,82 = 4,67$ % și o creștere a producției de $6,3 \times 0,82 = 5,17$ % (față de 4,7 % realizat la experimentările de IVC).

Deci experimentarea la furnalul nr. 2 de la IVC a unui burete de fier cu grad de metalizare scăzut (27,35 %) a înregistrat o economie de cocs și o creștere a producției comparabile cu datele obținute în alte țări (S.U.A., Canada, U.R.S.S. și Japonia) pentru experimentări similare și utilizînd materiale cu un grad de metalizare mai ridicat (34—92 %).

Concluzii

În urma experimentărilor efectuate la Întreprinderea „Victoria" — Călan, de utilizare în încărcătura furnalului nr. 2 a buretelui de fier obținut la instalația experimentală de la această întreprindere s-au constatat următoarele:

— prin înlocuirea în rețeta de minereuri a minereului hematitic India cu burete de fier avînd un grad de metalizare de 27,35 % și un aport de fier egal cu cel al minereului indian (30 % din totalul necesar) s-a obținut o scădere a consumului specific de cocs de 57 kg/t fontă (7,9 %) și o creștere a producției de fontă de 15,2 t/zi (4,7 %);

— datorită conținutului ridicat (28—29 %) de material mărunt (sub 5 mm) din buretele de fier, cantitatea de praf antrenată din furnal cu gazele a crescut cu 9,5 %;

— față de perioada de referință, în perioada de lucru cu burete de fier furnalul a funcționat mai bine și a avut o viteză mai mare a coborîrii încărcăturii.

BIBLIOGRAFIE

[1] Tripșa I., Hătărăscu Ov. și Țocu P. *Cercetări privind reducerea consumului de combustibil la furnal prin utilizarea buretelui de fier.* Studii și cercetări de metalurgie. Vol. 11, nr. 2, 1966, p. 191—201.

Cu privire la bilanțul termic al maselotei unui lingou de 25 t

Dr. ing. Martha Sălcudean, ing. M. Costescu
și ing. Veronica Ardeleanu
Institutul de cercetări metalurgice — București

CD 621.412 :621.746.464

Realizarea corectă a maselotei lingoului de oțel are o importanță tehnică și economică deosebită. Volumul retasurii reprezintă 3 — — 3,5 % din volumul lingoului, depinzînd, într-o oarecare măsură, de calitatea oțelului, de temperatura de turnare și de alți factori tehnologici. Maselota desigur nu influențează volumul retasurii dar îi controlează forma și poziția. Maselota are rolul de a menține în stare lichidă cantitatea de oțel necesară alimentării golului de contracție în timpul solidificării lingoului.

Volumul maselotei este mult mai mare decît cel al golului de contracție, randamentul fiind de obicei doar de circa 20 %. Mărirea randamentului maselotei depinde de măsura în care se pot micșora pierderile de căldură ale oțelului din maselotă. Din aceste motive cunoașterea bilanțului termic al maselotei este de importanță primordială. Literatura privind bilanțul termic al maselotei, este săracă în date, fapt explicat prin dificultatea obținerii acestora.

În privința maselotierelor detașabile din material refractar, sînt demne de menționat lucrările lui Fenton. În figura 1 se prezintă

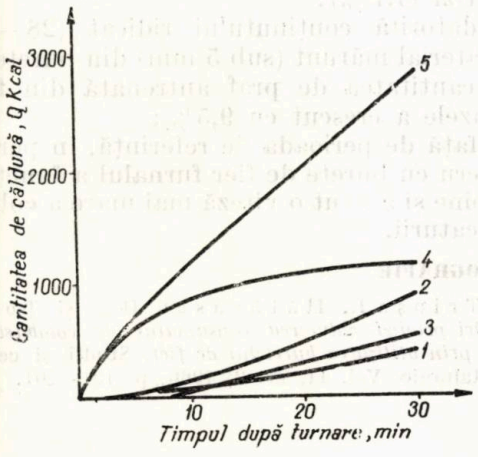


Fig. 1. Evoluția bilanțului termic al maselotei după Fenton : *1* — pierderea de căldură de la suprafața superioară a maselotei ; *2* — căldura transmisă spre lingou ; *3* — căldura transmisă prin refractare ; *4* — căldura absorbită de materialul refractar ; *5* — căldura totală.

evoluția bilanțului termic la un lingou cu secțiune pătrată, avînd dimensiunile : □ 210 □ 280 / 686 mm [1].

Durata solidificării corpului lingoului a fost de 20 min, iar durata solidificării maselotei a fost de 25 min. Se menționează că în acest bilanț nu este evidențiată cantitatea de căldură conținută în oțelul lichid cedat prin transfer de masă de maselotă corpului lingoului.

În figura 2 este reprezentată diagrama pierderilor de căldură ale maselotei în minutul 20 al solidificării lingoului [1]. Din diagramă se trag

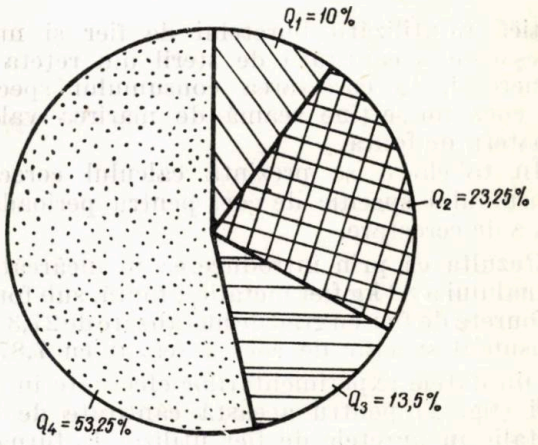


Fig. 2. Diagrama procentuală a pierderilor de căldură după Fenton : Q_1 — pierderea de căldură de la suprafața superioară a maselotei ; Q_2 — căldura transmisă spre lingou ; Q_3 — căldura transmisă prin refractare ; Q_4 — căldura absorbită de materialul refractar.

următoarele concluzii : partea cea mai importantă a căldurii pierdute o constituie căldura absorbită de materialul refractar (~ 53 %), celelalte pierderi avînd pondere mai mică.

În cercetările ICEM s-a efectuat un studiu privind bilanțul termic al maselotei unui lingou de 25 t, avînd dimensiunile 835 × 1 750/915 × × 1 810/2 500 mm. Bilanțul a fost efectuat cu ajutorul unui model matematic tridimensional [2]. Evoluția bilanțului termic este prezentată în figura 3. Trebuie menționat că suma dintre curbele *1* și *2* constituie cantitatea de căldură cedată de maselotă spre praful termoizolant, iar suma dintre curbele *3* și *4* reprezintă cantitatea de căldură cedată de maselotă spre plăcile refractare.

Se menționează că durata solidificării corpului lingoului este de 230 min, iar durata solidificării maselotei, de 270 min după terminarea turnării.

În figurile 4 și 5 sînt reprezentate diagramele procentuale ale pierderilor de căldură în două

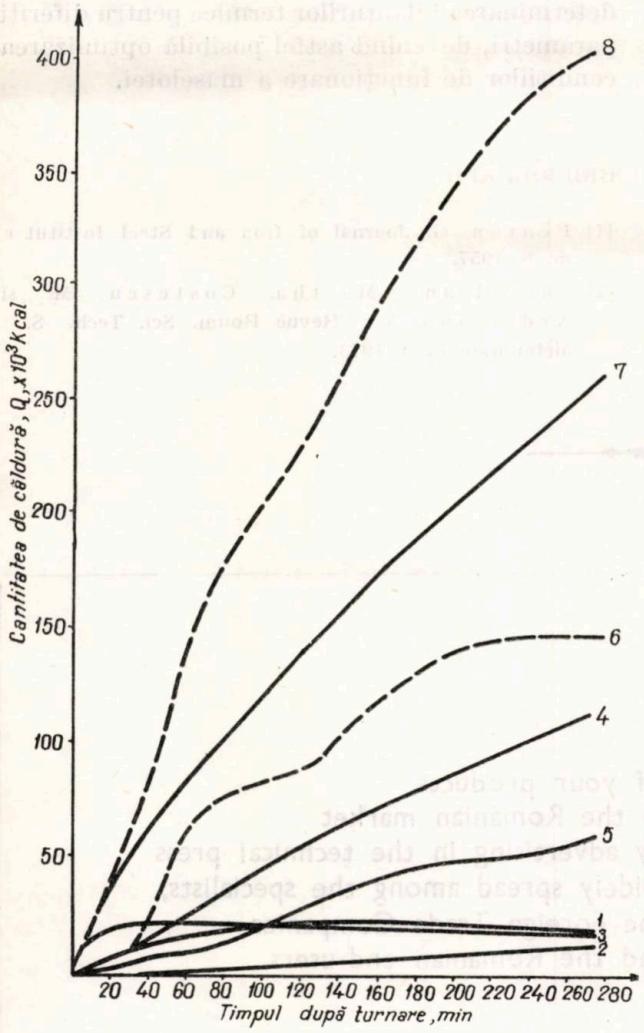


Fig. 3. Evoluția bilanțului termic al maselotei lingoului de 25 t: *1* — căldura acumulată în praful termoizolant *2* — căldura cedată de praful termoizolant spre mediul ambiant; *3* — căldura acumulată în plăcile termoizolante; *4* — căldura care trece prin plăci spre lingotieră; *5* — căldura cedată de maselotă spre corpul lingoului prin conducție; *6* — căldura cedată prin transfer de masă de la maselotă spre corpul lingoului; *7* — căldura totală, cedată de maselotă, fără căldura cedată lingoului prin transfer de masă; *8* — căldura totală cedată de maselotă, incluzînd și căldura cedată lingoului prin transfer de masă.

ipoteze și anume: fără să se țină seamă de transferul de oțel (fig. 4), respectiv ținînd cont de transferul de oțel (fig. 5), la 240 min după terminarea turnării.

Din evoluția bilanțului termic al maselotei rezultă următoarele concluzii:

— Căldura cedată spre praful termoizolant (acumulată în praf, Q_1, și radiată de la suprafața prafului spre mediul ambiant, Q_2), este, în cele două ipoteze, de ~ 17 %, respectiv de ~ 10 %.

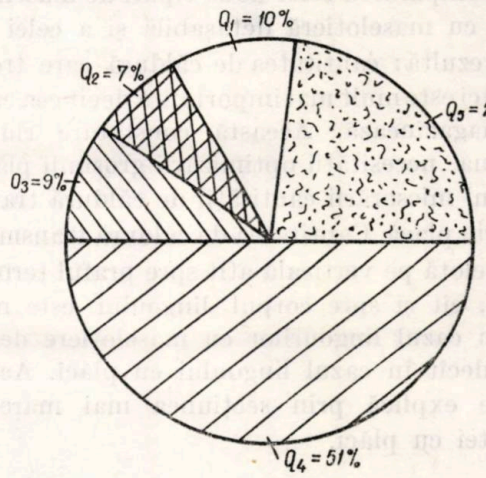


Fig. 4. Diagrama procentuală a pierderilor de căldură fără transfer de masă: Q_1 — căldura acumulată în praful termoizolant; Q_2 — căldura cedă de praful tremoizolant spre mediul ambiant; Q_3 — căldura acumulată în plăcile termoizolante; Q_4 — căldura care trece prin plăci spre lingotieră; Q_5 — căldura cedată de maselotă spre corpul lingoului prin conducție.

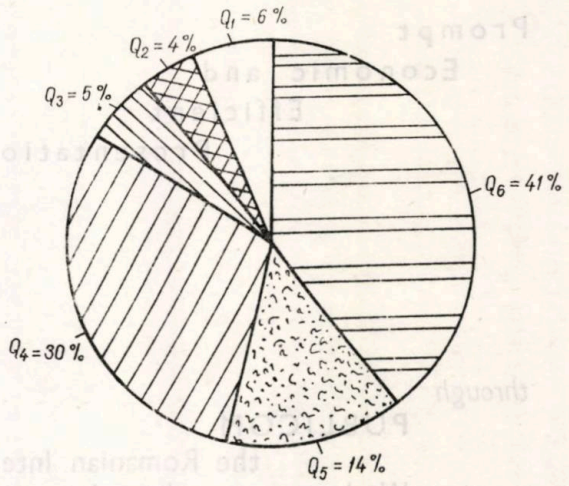


Fig. 5. Diagrama procentuală a pierderilor de căldură cu transfer de masă:

Q_1 — căldura acumulată în praful termoizolant; Q_2 — căldura cedată de praful termoizolant spre mediul ambiant; Q_3 — căldura acumulată în plăci termoziolante; Q_4 — căldura care trece prin plăci spre lingotieră; Q_5 — căldura cedată de maselotă spre corpul lingoului prin conducție; Q_6 — căldura cedată prin transfer de masă de la maselotă spre corpul lingoului.

— Căldura înmagazinată în placă, Q_3, este sensibil mai scăzută decît căldura înmagazinată în maselotiere detașabile.

— Căldura cedată prin conductibilitate spre corpul lingoului este de 23 %, respectiv de 14 %.

— Căldura cedată de maselotă sub formă de metal lichid atinge 41%, constituind căldura utilă a maselotei.

Din compararea celor două tipuri de maselotă a celei cu maselotieră detaşabilă şi a celei cu plăci, rezultă: cantitatea de căldură care trece prin plăci este mult mai importantă decît cea care se înmagazinează. Această constatare ridică problema necesităţii optimizării grosimii plăcii în sensul micşorării cantităţii de căldură transmise prin placă. Cantitatea de căldură transmisă de maselotă pe verticală atît spre praful termoizolant, cît şi spre corpul lingoului este mai mică în cazul lingourilor cu maselotiere detaşabile decît în cazul lingoului cu plăci. Acest fapt se explică prin secţiunea mai mare a maselotei cu plăci.

Este necesară stabilirea grosimii optime a prafului termoizolant deoarece avînd în vedere greutatea specifică destul de mare a acestuia, cantitatea de căldură acumulată în praf poate fi importantă.

Modelul matematic tridimensional permite determinarea bilanţurilor termice pentru diferiţi parametri, devenind astfel posibilă optimizarea condiţiilor de funcţionare a maselotei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Fenton G. Journal of Iron and Steel Institut e nr. 8, 1957.

[2] Sălcudean Martha, Costescu M. şi Ardeleanu V.: Revue Roum. Sci. Tech. S. Métallurgie, nr. 1, 1973.

Prompt
Economic and
Efficient
Presentation of your products
in the Romanian market
by advertising in the technical press
widely spread among the specialists,
the Foreign Trade Companies
and the Romanian end-users

through
PUBLICOM
the Romanian International Advertising Agency
We keep at your disposal at any time
advertising space in this review

For
further details regarding all the advertising
possibilities in Romania, please apply directly to

PUBLICOM
Romanian International Advertising Agency
22, Bd. Bălcescu, Bucharest-Romania
telex: 374 telefon: 13.98.83

Ing. M. Trandafirescu

Întreprinderea de stat pentru comerț exterior „GEOMIN" — București

Dimensionarea tehnologică a utilajelor de tip tambur rotativ

CZ 658.2 :624.043

În multe ramuri industriale se folosesc, pe scară largă, o serie de aparate de tip tambur rotativ. Aceste aparate se folosesc atît pentru efectuarea unor procese fizice (uscare, răcire, peletizare, amestecare), cît și în procese termochimice (calcinare, sinterizare etc.). Răspîndirea largă a acestui tip de aparate se datorează următoarelor considerente mai importante : funcționare continuă ; construcție relativ simplă ; consum redus de energie electrică.

Acest tip de aparat se folosește în special pentru sistemele solid-gaz, mai ales cînd bucățile de material sînt prea mari, cînd compoziția granulometrică este foarte variată și cînd nu pot fi folosite aparatele cu strat fluidizat. Încălzirea acestor aparate se face atît direct, cît și indirect, cele mai uzuale cazuri fiind cele cu încălzire directă. În acest caz diametrul tamburului este limitat la o valoare la care viteza gazelor trebuie să fie inferioară vitezei de plutire a particulelor de material, sau în funcție de compoziția granulometrică a materialului, cantitatea de material antrenată de gaze, să nu depășească o anumită limită, care ar influența negativ procesul ce trebuie să se desfășoare în aparat și să nu complice sistemul de evacuare a materialului și de desprăfuire a gazelor.

În cele ce urmează se prezintă succint stabilirea unor relații matematice aplicabile pentru dimensionarea tehnologică a cuptoarelor de tip tambur rotativ, care fac mult mai operativă activitatea de proiectare.

Materialul alimentat în tamburul rotativ înaintează în lungul axei tamburului, de la capătul de alimentare spre capătul de evacuare, străbătînd un anumit traseu, cu o anumită viteză și într-un anumit timp, determinat de necesitățile tehnologice. Caracterul mișcării grăunților care compun masa de material depinde de un număr de parametri, cum sînt : diametrul cilindrului, viteza de rotație, coeficientul de umplere a secțiunii, coeficientul de frecare dintre material și cilindru, coeficientul frecării interioare a materialului (respectiv unghiul de taluz natural), înclinarea tamburului față de orizontală. Unii dintre acești parametri au valori variabile. Astfel, coeficientul de umplere diferă în funcție de variația normal realizabilă a debitului de alimentare, care este influențat, la rîndul lui, de eroarea normală pe care o dă sistemul de alimentare, de modul de întreținere și de reglare a acestui sistem, precum și de variația stării materialului care se alimentează, cum ar fi granulometria și umiditatea lui.

În afară de aceste variabile, în multe cazuri, pe măsură ce materialul avansează spre ieșire, în timpul desfășurării procesului la care este supus materialul, caracteristicile fizico-mecanice ale acestuia suferă schimbări importante, cum ar fi coeficienții de frecare, greutatea volumetrică a materialului, granulometria etc. Toate aceste considerente asupra condițiilor tehnice normale de desfășurare a proceselor tehnologice arată că stabilirea unor relații matematice precise nu numai că este foarte dificilă și uneori chiar imposibilă, dar că nu este absolut necesar. Gradul de precizie al relațiilor stabilite trebuie să aibă același grad de precizie cu al parametrilor care intră în calculul lor. Chiar dacă s-ar stabili relații matematice exacte rezultatele tot nu ar fi precise, din cauza variației sau impreciziei parametrilor.

Din aceste considerente se consideră că stabilirea unor relații simplificate, corespunzătoare condițiilor tehnice, sînt suficiente muncii de proiectare, fiind de un mare ajutor inginerilor care fac calculul de dimensionare tehnologică.

Mișcarea grăuntelui izolat în tamburul în rotație. Se consideră secțiunea normală prin tambur (fig. 1) și pe suprafața interioară rugoasă

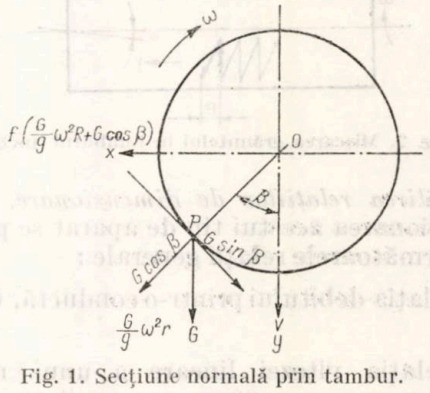


Fig. 1. Secțiune normală prin tambur.

a acestuia, grăuntele P, de masă m. Cînd cilindrul se rotește, asupra grăuntelui acționează următoarele forțe :

— greutatea proprie $G = mg$;

— forța centrifugală, $m.\omega^2 \cdot r = \frac{G}{g} \cdot \omega^2 \cdot r$;

— forța de frecare, a cărei mărime depinde de poziția grăuntelui în cilindru.

Sub acțiunea forțelor de frecare, grăuntele este antrenat și se rotește o dată cu cilindrul, cu o viteză egală cu viteza periferică a acestuia.

$$v = \frac{\pi \cdot r \cdot \omega}{30}, \text{ m/s}$$

Notațiile folosite sînt :

G — greutatea particulaei (M. L. T^{-2}) ;

m — masa particulei (M) ;

g — accelerația gravitației (L. T^{-2}) ;

ω — viteza de rotație a tamburului (L.T^{-1}) ;

r — raza tamburului (L);

v — viteza particulei (L. T^{-1}) ;

β — unghiul de poziție al particulei P, raportat la verticală ;

ρ — unghiul de frecare al materialului ;

θ — unghiul de taluz al materialului.

Cînd $f \times \left(\frac{G}{g} \cdot \omega^2 r + G. \cos \beta\right) < G. \sin \beta$,

particula coboară. Deci, la atingerea unui anumit unghiu (maxim) particula începe să alunece pe tambur și coboară pînă la nivelul β_1, corespunzînd coeficientului de frecare f_0 de mișcare ($f_0 < f$). De fapt, datorită inerției, particula va coborî pînă la nivelul $\beta_2 < \beta_1$. Imediat ce mișcarea de coborîre încetează, coeficientul de frecare ia valoarea f, iar particula este din nou ridicată pînă la nivelul maxim.

Rezultă că pe suprafața cilindrului particula efectuează o mișcare oscilantă, iar dacă acesta este montat înclinat, mișcarea aceasta oscilantă îl face să se deplaseze în lungul axei tamburului (fig. 2).

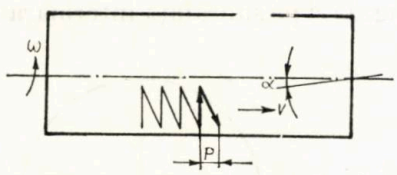


Fig. 2. Mișcarea grăuntelui în tamburul înclinat.

Stabilirea relațiilor de dimensionare. Pentru dimensionarea acestui tip de aparat se pornește de la următoarele relații generale :

— relația debitului printr-o conductă, $Q = S \cdot v$, m^3/h ; (1)

— relația vitezei lineare a unui material într-un șnec, $v = 60\, n \cdot p \cdot \omega$, m/h ; (2)

— relația spațiului în funcție de viteză și timp $L = v \cdot \tau$, m (3)

Pentru a exprima capacitatea în unități tehnice (t/h), luîndu-se în considerare coeficientul de umplere φ și greutatea volumetrică γ, și aplicînd relația (2) relația (1) devine :

$$Q = 47{,}2 \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot n \cdot p \cdot \omega \cdot d^2, \text{ t/h} \quad (4)$$

În cele ce urmează se stabilesc relațiile pentru p (pasul mișcării) și n (numărul de pași la o turație a tamburului).

Din figura 2 s-a văzut că parcursul mediu teoretic (simplificat) al particulelor de material este o succesiune de triunghiuri dreptunghice, a căror bază este p pasul ; ipotenuza este arcul DD' din figura 3, iar unghiul dintre înălțime și ipotenuză este egal cu unghiul de înclinare al tamburului (fig. 4)

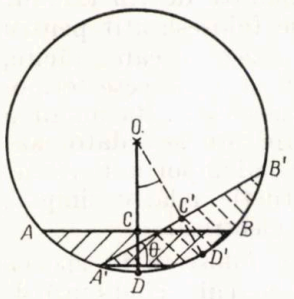


Fig. 3. Deplasarea materialului în secțiunea tamburului.

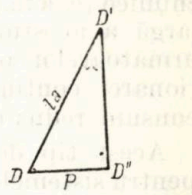


Fig. 4. Triunghiul parcursului mediu al materialului.

Din figura 4 rezultă că $\sphericalangle DOD'$ este egal cu unghiul de taluz θ (unghiuri cu laturile perpendiculare)

$$l_a = \text{arc } DD' = \frac{\pi \cdot d \cdot \theta}{360}, \text{ m} \quad (5)$$

$$p = DD'' = l_a \cdot \text{tg}\alpha = \frac{\pi \cdot d \cdot \theta}{360} \text{tg } \alpha, \text{ m} \quad (6)$$

După cum s-a mai spus, la rotirea tamburului, materialul face o mișcare alternativă de ridicare și coborîre (alunecare). Viteza de ridicare v_r a materialului este practic egală cu viteza periferică a tamburului, deci :

$$v_r = \frac{\pi \cdot d \cdot \omega}{60} \quad (7)$$

Viteza de coborîre v_a depinde de poziția sau unghiul la centru față de verticală, precum și de coeficienții de frecare ai materialului.

Dacă se presupune un punct M fix pe tambur, în timpul cît materialul se ridică, punctul M va face un unghi la centru, egal cu θ (unghiul de taluz), iar în timpul coborîrii materialului, punctul M va continua să se ridice, făcînd un unghi θ', care va fi proporțional cu raportul vitezelor medii $\theta' = \theta \frac{v_r}{v_a}$.

Deci în timpul cît materialul face un pas p, punctul M face un unghiu de centru β, unde

$$\beta = \theta + \theta' = \theta \cdot \frac{v_a + v_r}{v_a} \quad (8)$$

Numărul de paşi pe care-i va face materialul la o turaţie a tamburului va fi :

$$n = \frac{360}{\beta} = \frac{360 \cdot v_a}{\theta \cdot (v_a + v_r)} = \frac{360}{\theta} \cdot K \qquad (9)$$

unde K este un coeficient al vitezelor şi are valoarea

$$K = \frac{v_a}{v_a + v_r} < 1$$

Dacă în relaţiile (4), (2), (3) se introduc relaţiile (6) şi (9), acestea devin :

$$Q = 148 \cdot K \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot d^3, \text{ t/h} \qquad (11)$$

$$v = 188{,}4 \cdot K \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot d, \text{ m/h} \qquad (12)$$

$$L = 188{,}4 \cdot K \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot d \cdot \tau, \text{ m} \qquad (13)$$

unde :

Q este capacitatea, t/h ;
S — secţiunea, m ^{2} ;
v — viteza de înaintare a materialului, m/h ;
n — numărul de paşi pe care-i face materialul la o rotaţie a tamburului ;
p — pasul de înaintare a materialului, m;
ω — turaţia aparatului, rot/min;
τ — timpul de reţinere a materialului în aparat, h;
φ — coeficientul de umplere ;
γ — greutatea volumetrică a materialului, t/m ^{3} ;
d — diametrul aparatului, m ;
θ — unghiul de taluz al materialului, grade ;
l_a — lungimea arcului de cerc pe care-l parcurge materialul la un pas , m ;
v_r — viteza de ridicare a materialului în timpul rotaţiei tamubrului, m/s ;
v_a — viteza de alunecare a materialului, m/s ;
θ' — unghiul pe care-l face un punct fix de pe tambur, în timpul coborîrii materialului, grade ;
β — unghiul pe care-l face un punct fix de pe tambur în timpul unui pas, grade ;
K — coeficientul vitezelor ;
α — unghiul de înclinare al aparatului, grade.

Stabilirea coeficientului K. Pentru calculul coeficientului K este necesară calcularea vitezei de alunecare v_a, iar pentru calcularea acesteia trebuie calculat coeficientul de frecare al particulelor, la alunecarea lor în timpul rotaţiei tamburului.

Mişcarea unei particule materiale aflate într-un tambur înclinat, care se roteşte, poate fi studiată prin descompunerea ei în două mişcări : deplasarea pe plan înclinat şi mişcarea într-o secţiune perpendiculară pe axul tamburului. Mişcările se studiază separat, urmînd a se face compunerea lor pentru concluziile finale.

Din figurile 5 şi 6 rezultă că pentru ca particula P să se ridice pe peretele tamburului este necesar ca :

$f.m \cdot (g. \cos \alpha \cdot \cos \theta + \omega^2 \cdot r) > mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \theta$ sau simplificînd :

$$f \cdot (g. \cos \alpha \cdot \cos \theta + \omega^2 \cdot r) > g \cdot \cos \cdot \sin \theta \qquad (14)$$

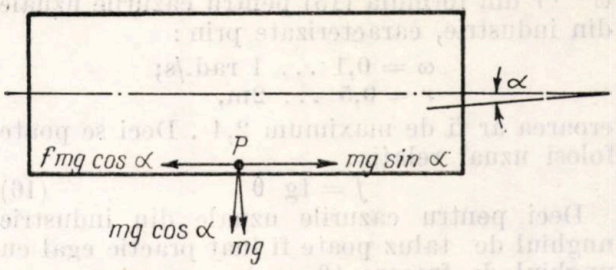


Fig. 5.

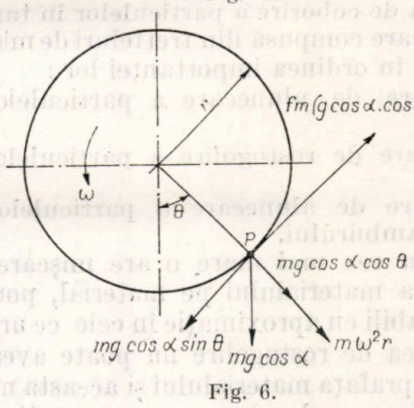


Fig. 6.

Unghiul maxim de ridicare θ_{max} se obţine din condiţia limită:

$f\,(g \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta + \omega^2 \cdot r) = g \cdot \cos \alpha \cdot \sin \theta$

de unde :

$$f = \frac{g \cdot \cos \cdot \alpha \cdot \sin \theta}{g \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta + \omega^2 \cdot r}, \qquad (15)$$

unde :

f este coeficientul de frecare ;
m — masa particulei ;
g — acceleraţia gravitaţiei, m/s^2 ;
φ — unghiul de frecare al materialului, grade ;
ω — viteza unghiulară a aparatului rad./s ;
r — raza aparatului, m ;
θ — unghiul de taluz al materialului în relaţia (16), rad. ;
L — lungimea aparatului, m ;
a — acceleraţia (L. T^{-2}).

În tabela 1 sînt redate valorile lui f, calculate cu relaţia (15), pentru diferite valori ale lui ω şi r şi pentru $\alpha = 2{,}2°$ şi $\theta = 32°$. Din această tabelă rezultă că dacă s-ar neglija valoarea lui

Tabela 1

Viteza de rotaţie, rad./s	Raza r, m		
	0,5	1	2
0,1	0,62483	0,62479	0,62472
0,2	0,62472	0,62456	0,62426
0,3	0,62453	0,62419	0,62352
0,4	0,62426	0,62368	0,62247
0,5	0,62393	0,62299	0,62113
0,6	0,62352	0,62217	0,61950
0,7	0,62303	0,62121	0,61788
0,8	0,62247	0,62009	0,61530
0,9	0,62184	0,61884	0,61292
1,0	0,62113	0,61744	0,61019

$\omega^2 \cdot r$ din formula (15) pentru cazurile uzuale din industrie, caracterizate prin :

$$\omega = 0{,}1 \ \ldots \ 1 \text{ rad./s};$$
$$r = 0{,}5 \ \ldots \ 2\text{m},$$

eroarea ar fi de maximum 2,4 . Deci se poate folosi uzual relaţia:

$$f = \operatorname{tg} \theta \qquad (16)$$

Deci pentru cazurile uzuale din industrie unghiul de taluz poate fi luat practic egal cu unghiul de frecare ($\theta = \rho$).

Mişcarea de coborîre a particulelor în tambur este o mişcare compusă din trei feluri de mişcări, enumerate în ordinea importanţei lor :

— mişcare de alunecare a particulelor pe material;

— mişcare de rostogolire a particulelor pe material;

— mişcare de alunecare a particulelor pe peretele tamburului.

Ponderea cea mai mare o are mişcarea de alunecare a materialului pe material, pondere ce se va stabili cu aproximaţie în cele ce urmează. Mişcarea de rostogolire nu poate avea loc decît la suprafaţa materialului şi aceasta numai parţial. Mişcarea de alunecare pe pereţi are o pondere foarte mică şi numai la limita maximă de ridicare a materialului pe pereţii tamburului.

Industrial, diametrul mediu al tamburilor rotativi este de circa 2,5 m şi creşte continuu, tinzînd spre 4,5 m. Dacă se apreciază că gradul mediu de umplere este de 0,1, iar diametrul mediu al particulelor de 5 mm, atunci la un diametru de 2,5 m, înălţimea medie a stratului de material este de $\simeq$250 mm. Făcînd ipoteza simplificatoare că materialul este format din 50 de straturi de cîte 5 mm grosime, teoretic poate aluneca numai stratul superior de particule, deci maximum 2 %. Deci, se poate merge pe ipoteza că particulele vor coborî prin alunecare peste celelalte particule.

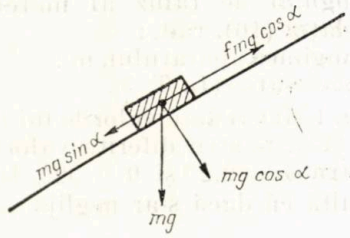


Fig. 7.

Pentru calculul vitezei de alunecare a particulei pe arcul de cerc al tamburului se porneşte de la relaţia de alunecare a corpurilor pe un plan înclinat :

$$v_a = \sqrt{2\,a\,l}, \text{ m/s, (fig. 7 şi fig. 3)} \qquad (17$$

unde : $a = g(\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha)$, iar pe $l = r \cdot \theta$, iar relaţia (17) devine :

$$v_a = \sqrt{2r \cdot \theta \cdot g \cdot (\sin \alpha - f \cdot \cos)}, \text{ m/s} \qquad (18)$$

unde α variază de la 0 la θ grade.

Integrîndu-se relaţia :

$$v_a^2 = 2\,r \cdot \theta \cdot g \int_0^{\theta} (\sin \alpha - f \cdot \cos\alpha)\, d\alpha,$$

rezultă :

$$v_a = \sqrt{2 \cdot r \cdot \theta \cdot g(1 - \cos \theta + f.\ \sin \theta)}, \text{ m/s} \qquad (19)$$

În concluzie relaţiile care se vor folosi la calcularea dimensiunilor principale ale unui aparat de tip tambur rotativ, deduse prin calcule expuse succint în acest articol, sînt următoarele :

$$Q = 148 \cdot K \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot d^3, \text{ t/h},$$

din care se poate deduce relaţia pentru calculul diametrului:

$$L = 188{,}4 \cdot \mathrm{K} \cdot \omega \cdot \text{tg. } \alpha \cdot \mathrm{d} \cdot \tau, \text{ m};$$
$$f = \operatorname{tg} \theta;$$
$$v_a = \sqrt{2\ r \cdot g \cdot \theta\ (1 - \cos \theta + f \cdot \sin \theta)}, \text{ m/s};$$
$$K = \frac{v_a}{v_a + v_r}$$

În tabela 2 sînt redate valorile lui K, calculate după relaţiile (10) şi (19), în funcţie de θ, ω şi r. Din această tabelă rezultă că coeficientul K are valori între 0,824 şi 0,980. Se poate lucra pentru operativitate cu $K = 0{,}9$, această simplificare avînd o eroare de maximum 9 %.

Tabela 2

Unghiul de taluz θ		Turaţia ω,	Raza r, m			
grade	rad.	rot/min	0,5	1	0,5	2
30	0,523	1	0,964	0,948	0,942	0,935
		2	0,933	0,904	0,892	0,876
		3	0,902	0,867	0,845	0,824
35	0,611	1	0,970	0,964	0,953	0,945
		2	0,948	0,928	0,908	0,898
		3	0,922	0,895	0,870	0,856
40	0,698	1	0,978	0,966	0,962	0,956
		2	0,957	0,936	0,926	0,917
		3	0,938	0,910	0,893	0,877
45	0,785	1	0,980	0,976	0,968	0,961
		2	0,963	0,949	0,937	0,928
		3	0,948	0,925	0,911	0,898
50	0,873	1	0,980	0,971	0,966	0,960
		2	0,962	0,945	0,934	0,930
		3	0,947	0,920	0,905	0,892

Deci, cele mai simplificate relaţii ar fi următoarele :

$$Q = 133,5 \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot d^3, \text{ t/h}$$
$$L = 170 \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \mathrm{d} \cdot \tau, \text{ m}$$

Nu au intrat în preocupările acestui articol problemele de dimensionare legate de transferul de căldură, ci numai cele legate de mişcarea materialului în tambur.

BIBLIOGRAFIE

[1] Renert M. *Calculul şi construcţia utilajului chimic*, vol. II.

[2] Jinescu V. V. şi Jinescu Gh. *Elemente de calcul funcţional la agregatele cu tambur rotativ.* Rev. de Chimie, nr. 10, 1970, p. 615—620.

Dr. ing. C. Cruceru, ing. Magdalena Alexandru
Institutul de cercetare şi proiectare pentru industria electrotehnică—Bucureşti

Conf. dr. ing. D. Drimer
Institutul politehnic — Bucureşti

Cercetări pentru asimilarea fabricaţiei conductorilor electrici din aliaje de aluminiu de tip „Aldrey"

CD 621.315.5 : 669.715

Într-o lucrare anterioară indicată în [1] s-a arătat că utilizarea aliajelor de AlMgSi, cunoscute sub numele de Aldrey pentru LEA de înaltă tensiune, a început în urmă cu 40—50 ani [1]—[6]. Aceste aliaje, caracterizate prin deosebita lor eficienţă tehnică şi economică în exploatarea liniilor electrice aeriene de înaltă şi foarte înaltă tensiune de 10—750 kV, se folosesc, pe scară largă, în majoritatea ţărilor, cu avantaje nete în comparaţie cu aluminiul şi oţel-aluminiu. Aceste avantaje rezultă din marea lor rezistenţă la tracţiune, posibilitatea reducerii numărului de stîlpi plantaţi pentru montajul liniilor electrice aeriene, economie de investiţii pentru construcţia de noi linii electrice de transportul energiei electrice. Se extind şi se construiesc linii electrice de înaltă şi foarte înaltă tensiune în zone montane şi corosive în ţări ca Elveţia, Anglia, Olanda, S.U.A., R. F. Germania, R.D.G., U.R.S.S. şi alte ţări.

Lucrările efectuate în ţară pînă în prezent oferă prilejul să se persevereze în asigurarea punerii în fabricaţie a aliajelor de aluminiu de tip Aldrey pentru începerea construcţiei pe scară largă a liniilor electrice de energie de 10—440 kV, prevăzute în programul naţional de electrificare şi de investiţii pînă în anul 1980. Bazate pe aceste constatări, lucrările de cercetare efectuate au permis să se asimileze un tip de aliaj de aluminiu de tip Aldrey care să satisfacă condiţiilor impuse liniilor electrice aeriene de înaltă şi foarte înaltă tensiune, adică să posede următoarele caracteristici principale:

— conductivitatea aliajelor de AlMgSi (Aldrey) este mai inferioară decît a cuprului şi a aluminiului însă nu sub limita de 83 —84% din valoarea conductivităţii aluminiului (30,5 m/ohm · $\cdot mm^2$ pentru Aldrey faţă de 35 m/ohm · $\cdot mm^2$ pentru aluminiu). Scăderea conductivităţii se poate compensa, în construcţia LEA la aceeaşi tensiune de exploatare, printr-o mărire a secţiunii LEA fără să se producă însă un consum de metal mai mare decît maximum 10%, reprezentînd o depăşire a preţului de cost a LEA cu 4%;

— limita de rupere la tracţiune este net superioară la Aldrey faţă de aluminiu (30 kg/mm^3 faţă de 18 kg/mm^2);

— greutatea LEA din Aldrey este cu 20—50% mai redusă decît a liniilor din oţel-aluminiu la secţiuni comparabile;

— rezistenţă mai bună la suprasarcină şi la frig;

— comportare bună la coroziune.

Caracteristica electrică de conductivitate a conductorilor din aliaje de AlMgSi, care la secţiuni echivalente se situează la un nivel cu circa 11% mai mic în comparaţie cu conductivitatea aluminiului pur, determinînd prin aceasta o creştere corespunzătoare a pierderilor prin efect Joule-Lenz, nu afectează transmisia electroenergetică la tensiuni înalte. De aceea determinant la alegerea conductorilor din aliaje de AlMgSi la construcţia LEA este ansamblul de condiţii indicate.

Linia electrică aeriană asimilată, din aliaje de aluminiu. Pentru satisfacerea condiţiilor de exploatare a LEA de 20—440 kV a fost asimilat, în anul 1972, un tip nou de conductor şi toronat în funie, care a fost montat ca linie electrică aeriană pe traseul Jimbolia—Timişoara.

Pentru această LEA s-a urmărit în mod deosebit ridicarea valorilor rezistenţelor mecanice ale conductoarelor pe bază de aluminiu, ceea ce a impus alierea controlată a aluminiului cu diferite elemente. În mod inevitabil alierea duce la înrăutăţirea proprietăţilor de conductibilitate electrică. În urma cercetărilor efectuate anterior au fost elaborate aliaje de aluminiu pe bază de Fe-Si-Mg la care, cu toate neajunsurile provocate de aliere din punct de vedere al conductibilităţii electrice, s-au obţinut totuşi performanţe bune de conductibilitate care satisfac prevederile recomandărilor Comisii Electrotehnice Internaţionale. În acest scop aliajul a fost supus, în procesul tehnologic de realizarea conductoarelor, la trefilări succesive şi la tratamente termice pentru obţinerea unor proprietăţi mecanice şi electrice optime.

Aliajul a fost elaborat în cuptoare industriale la uzine de specialitate şi turnat semicontinuu pe o instalaţie Propertzi pînă la Ø 9,5 mm. Din două şarje (*1* şi *2*) s-au prelevat mai multe epruvete ale căror caracteristici rezultate în urma cîtorva măsurători sînt prezentate în tabela 1.

Pentru obţinerea unor proprietăţi omogene pe întreaga lungime a conductoarelor epruvetele au fost tratate termic la 380°C şi menţinute 8 h. Valorile medii obţinute după aceste tratamente sînt prezentate în tabela 2.

Pentru construcţia LEA s-au realizat trei diametre finale Ø 2,25, Ø 2,5 şi Ø 3,2 mm. Din

Tabela 1

Numărul de ordine al epruvetei	Rezistența mecanică, daN/mm²		Rezistivitatea electrică, μ ohm·cm	
	Valoarea medie	Abatere, %	Valoare medie	Abatere, %
1	14,18	4	3,0686	1,1
2	14,21	3	3,1151	1,6
3	14,21	5	3,0897	1,6
4	14,15	4	3,0331	1,9
5	14,91	6	3,0006	0,94
6	14,25	4	3,0027	1,3
7	14,35	2	3,0694	1,8
8	14,35	2	2,9290	1,7

Tabela 2

Numărul de ordine al epruvetei	Rezistența mecanică, daN/mm²	Rezistivitatea electrică, μ ohm·cm
1	9,83	2,9184
2	9,50	2,9378
3	9,68	2,9361
4	9,73	2,9329
5	10,09	2,9385
6	9,12	2,9369
7	9,79	2,9419
8	10,35	2,9626

variantele tehnologice studiate două au prezentat interes :

— prima variantă în care sîrma este tratată la diametrul inițial (încălzită la 555°C ± 5°C, răcită în apă la 20°C, cu o viteză de aproximativ 200°C/min și apoi îmbătrînită artificial la 175°C și răcită în aer), după care urmează trefilarea la diametrul final. Această variantă prezintă un interes deosebit pentru producerea LEA prin simplitatea circulației produselor însă ridică probleme la trefilare ;

— a doua variantă în care după o trefilare la un diametru optim (determinat experimental ca fiind egal cu 2,5 ori diametrul final) are loc un tratament termic asemănător celui din prima variantă, după care urmează tratamentul termic la diametrul final. Această variantă justificată în urma studiului metalografic prezintă avantaje în prima parte a trefilării, prin posibilitatea micșorării numărului de trageri dar creează întreruperi în fluxul tehnologic.

Pentru obținerea rezultatelor finale pe conductori, în ambele variante aliajele au fost supuse unui tratament de restaurare (încălzire la 165°C, răcire în aer). Acest tratament permite, prin varierea parametrilor, obținerea de diferite calități din punct de vedere al valorilor de rezistivitate electrică și rezistență mecanică. Valorile medii ale rezultatelor obținute sînt sintetizate în tabelele 3 și 4.

Pentru obținerea unei rezistivități electrice superioare este necesar de micșorat proporția de compus Al_3Fe. În acest scop se vor îmbunătăți

Tabela 3

Etapa tehnologică		Rezistența mecanică, daN/mm²	Rezistivitatea electrică, μ ohm·cm
După trefilare	Ø 2,25	22	3,2
	Ø 2,5	22	3,2
	Ø 3,2	20	3,2
După tratament termic	Ø 2,25	34	3,4
	Ø 2,5	34	3,4
	Ø 3,2	33	3,3
După restaurare toate diametrele		32	3,28

Tabela 4

Etapa tehnologică		Rezistența mecanică, daN/mm²	Rezistivitatea electrică, μ ohm·cm
După trefilare	Ø 8	14,5	2,8
	Ø 6,25	15	2,89
	Ø 5,6	16,7	2,9
După tratament toate diametrele		22	3,8
După trefilare	Ø 2,25	42	3,6
	Ø 2,5	42	3,5
	Ø 3,2	40	3,3
După restaurare toate diametrele		37	3,20

proporțiile elementelor de aliere din care se compun aliajele studiate pentru ridicarea conductibilității electrice și obținerea, pe această bază, a unor performanțe electrice cît mai bune.

Faza durificabilă Mg_2Si precipită acicular fin din soluția solidă suprasaturată prin călire și provoacă o creștere a rezistenței mecanice chiar printr-un proces de îmbătrînire naturală. De exemplu, prin menținerea epruvetelor tratate la temperatura camerei, după 10 h rezistența mecanică crește cu 10 %. Timpul de așteptare dintre călire și îmbătrînire este important prin creșterea mărimii și redistribuirea constituentului precipitat. La un timp de 10 s dintre călire și revenire, lungimea medie a constituentului acicular este 250 Å, cu o densitate de aproximativ $1,5 \times 10^{12}/cm^3$; după 30 min lungimea este de 350 Å, cu o densitate de $2 \cdot 10^{12}/cm^3$; după 4 h, 600 Å și $0,7 \cdot 10^{12}/cm^3$.

Deformarea plastică produce și transformări structurale prin blocarea precipitării, astfel încît condusă corespunzător cu tratamentul termic împiedică scăderea conductibilității electrice.

Date asupra liniei electrice aeriene montate. Utilizînd sîrma din Alcoro (denumirea industrială a aliajului) s-a realizat o funie de aliaj

cu lungimea de 40 km, cu secțiunea de 95 mm², care a fost montată pe traseul indicat mai sus, care este în curs de experimentări de punere în funcțiune. Rezultatele în detaliu, obținute după încercarea acestei LEA, se vor prezenta într-un alt articol după terminarea încercărilor electrice.

Cercetările experimentale vor contribui la mărirea capacității de transport a LEA cu circa 10 % printr-o mai bună utilizare din punct de vedere electric a liniei și prin eliminarea ruperilor de linii în timpul iernii sau intemperiilor. Aplicarea acestor cercetări va mări fiabilitatea LEA de 2—440 kV.

BIBLIOGRAFIE

[1] Cruceru C., Alexandru Magdalena și Drimer D. *Considerații privind asimilarea fabricației conductorilor electrici din aliaj de aluminiu de tip Aldrey.* Metalurgia, vol. 23, nr. 5, 1971, p. 291—294.

[2] Küster W. *Leitwerkstoff Aluminium-Zweckmäsig und Zeitgemäss.* Electro-Anzeiger, vol. 20, nr. 19, 1967, p. 402.

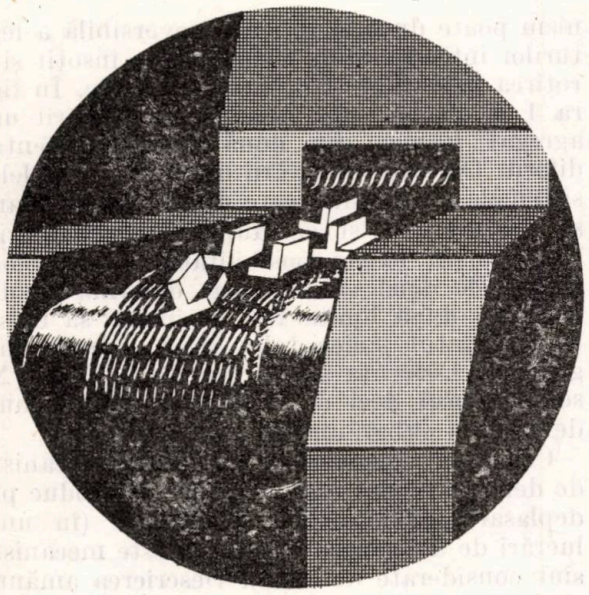
[3] Wolfgang M. și Niglli I. *Aldrey in Schweizer Freileitungsbau.* Elektrizitätswirtschaft, nr. 10, 1969, p. 330—335.

[4] Artini M. *Les vibrations sur les lignes aeriennes en rapport avec les caractéristiques mécaniques des conducteurs.* Unipède, 5-ème Congrès 1964 (rapport italien).

[5] * * * *Aldrey für Freileitungen.* Schweizer Aluminium A.G. 1971.

[6] Drimer D. ș.a. *Aliaje din aluminiu pentru linii electrice aeriene.* Cercetări I.M.N.R.—I.C.P.E.—I.S.P.E., 1968—1971.

[7] Drimer D., Cruceru C., Alexandru Magdalena și Padencov D. *Influența tratamentelor termomecanice asupra proprietăților electrice în aliaje de aluminiu.* Lucrare prezentată la a III-a Conferință a electricienilor, București, sept., 1972.



pentru brazarea pieselor fabricate în masă folosiți cuptorul LEV cu bandă pentru brazare

- Viteză de trecere prin cuptor 3—18 m/h, reglabilă fără trepte
- Lipire de bună calitate în atmosferă de protecție, fără tratamente ulterioare
- Consum economicos de gaz și energie

Acestea sînt caracteristicile remarcabile ale cuptoarelor LEW cu bandă pentru brazare tip FFGS, prevăzute cu rezistențe din bare de silită pentru temperaturi pînă la 1000 °C și care mai pot fi folosite și pentru recoacerea în atmosferă de protecție a pieselor metalice

DEWAG Berlin — Lungwitz

Producător
Kombinat VEB Lokomotivbau-Elektrotechnische Werke „Hans Beimler"
DDR — 1422 Hennigsdorf

Exportator :
Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Informații se obțin de la Ambasada R.D.G. în R.S.România
Secția comercială
Biroul tehnic-comercial al Întreprinderii de comerț exterior ELEKTROTECHNIK
București, Calea Dorobanților 14

PUBLICOM

Asupra naturii fizice a procesului de deformare plastică

Ing. M. Pridvornic
Institutul de cercetări tehnologice pentru construcţia de maşini—Bucureşti

CZ 621.77.53

Ca şi alte fenomene studiate de metalurgia fizică (de exemplu transformările de fază) procesul deformării plastice este perfect definit prin următoarele trei elemente: mecanism, termodinamică şi cinetica desfăşurării. Numeroasele probleme actuale, teoretice şi practice, ale deformării plastice pot fi interpretate pe baze riguros ştiinţifice numai din analiza unitară a celor trei elemente amintite.

Mecanismele de deformare sînt numeroase, depinzînd, în principal, de starea materialului (monocristal sau agregat policristalin), sistemul de cristalizare, condiţiile de deformare (temperatură, viteză etc.). În continuare se va face o trecere în revistă a principalelor mecanisme de deformare pe baza datelor apărute în literatura de specialitate [1]—[10].

Mecanismul curgerii amorfe este întîlnit în cazul deformării solidelor amorfe şi este similar curgerii vîscoase a lichidelor, urmînd aceleaşi legi. Mecanismul amorf de deformare plastică este mecanismul de bază în cazul temperaturilor apropiate de temperatura de topire a metalelor. El constă din deplasarea succesivă, nesincronizată, a atomilor, în direcţia gradientului unui cîmp de tensiune creat de forţe exterioare. În cazul metalelor, în condiţii bine determinate de temperatură şi viteză, mecanismul curgerii amorfe se desfăşoară în vecinătatea limitelor de grăunţi şi nu depinde de caracteristicile reţelei cristaline [3].

Mecanismul deformării prin alunecare de translaţie este întîlnit atît la mono-, cît şi la policristale. Alunecarea se produce după sisteme de alunecare (plane şi direcţii) şi depinde în acest mod de tipul reţelei cristaline a metalului. Pe lauergramă nu se observă asterism, ceea ce constituie o dovadă experimentală că deformarea a avut loc prin alunecare de translaţie. Observat la forfecarea pură a monocristalului de naftalină (Köchendorfer în 1941) şi la deformarea Al (Baumann în 1951), mecanismul deformării prin alunecare de translaţie are ca particularitate faptul că tensiunea tangenţială de deformare nu depinde de tensiunea normală.

Un alt mecanism de deformare îl constituie rotirea blocurilor structurii în mozaic, unul faţă de altul, şi formarea de noi blocuri, ceea ce are drept consecinţă deformarea plastică macroscopică. Dacă în monocristale formarea de noi blocuri poate fi privită şi ca un rezultat al deformării plastice, în policristale acest mecanism este o necesitate. Dacă formarea de noi blocuri ar lipsi, atunci, în cazul agregatelor policristaline, deformarea s-ar produce cu preponderenţă printr-un alt mecanism specific policristalelor: deplasarea limitelor. Acest mecanism poate duce la ruperea ireversibilă a legăturilor intercristaline dacă nu este însoţit şi de rotirea blocurilor structurii în mozaic. În figura 1 se poate vedea schema deformării unui agregat format din două cristale orientate diferit. Datorită orientării diferite a cristalelor, sistemele lor de alunecare diferă şi deformarea se va produce şi ea după direcţii diferite, Dacă nu ar exista posibilitatea rotirii blocurilor, cele două cristale s-ar deforma rigid şi coerenţa după limita NM ar înceta să existe-iar agregatul policristalin şi-ar distruge integritatea. Coerenţa grăunţilor după limita NM se păstrează deci ca urmare a mecanismului de rotire a subgrăunţilor.

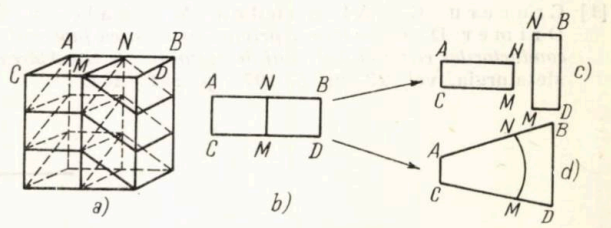


Fig. 1. Schema deformării unui agregat alcătuit din două cristale cu orientare diferită:
a — imaginea agregatului în spaţiul tridimensional; *b* — vedere în plan, de sus, a agregatului; *c* — deformarea fără rotirea blocurilor (are loc pierderea coerenţei după limita NM); *d* — deformarea cu rotirea blocurilor (coerenţa după limita NM se păstrează).

Cele mai cunoscute şi studiate mecanisme de deformare sînt însă cele care se produc prin deplasarea dislocaţiilor şi maclare (în unele lucrări de deformare plastică aceste mecanisme sînt considerate de bază). Descrierea amănunţită a acestor mecanisme este făcută într-o serie de lucrări [1], [3], [7], [8], [10] etc., astfel încît în continuare se vor reda cîteva aspecte esenţiale asupra condiţiilor în care ele au loc.

Deformarea plastică produsă de deplasarea prin translaţie a dislocaţiilor este după [8]:

$$\varepsilon = Nsb, \qquad (1)$$

în care ε este gradul de deformare; N — densitatea de dislocaţii; b — vectorul Burgers. În

cazul special al mecanismului de deformare prin rotirea blocurilor structurii în mozaic (analizat mai sus), unde are loc, de asemenea, o deplasare a dislocațiilor la sublimite, gradul de deformare se poate determina după [10] din relația :

$$\varepsilon = Nas, \tag{2}$$

în care ε, N, s au aceleași semnificații ca și în relația (1), iar a este deplasarea relativă a blocurilor unele față de altele.

După cum se știe deformarea plastică are loc atît datorită deplasării dislocațiilor, cît și multiplicării lor, pe baza mecanismului propus în 1950 de Frank și Read. Creșterea densității de dislocații în timpul deformării plastice are loc ca urmare a funcționării surselor de dislocații (dislocații aflate într-un plan activ de alunecare care au capetele blocate fie de alte dislocații, fie de precipitate sau impurități). Tensiunea critică la care o sursă de dislocații începe să opereze este :

$$\tau \approx \frac{Gb}{l}, \tag{3}$$

în care G este modul deplasării : b — vectorul Burgers ; l — distanța dintre punctele fixe ale dislocației (experimental au fost puse în evidență surse cu o lungime $l \approx 10^{-4}$ cm).

În cazul deplasării libere a dislocațiilor (nu există piedici ca : limite, faze sau atomi străini, interacțiuni cu alte dislocații etc.) este suficientă o tensiune (numită și „tensiunea Peirls-Nabarro") :

$$\tau = \frac{2G}{1-\nu} e^{\frac{2\pi W}{b}}, \tag{4}$$

în care G și b au aceleași semnificații ca în relația (3), iar W este lățimea dislocației și ν, coeficientul lui Poisson.

În timpul deformării plastice, întrucît densitatea de dislocații crește, se creează un număr de piedici din ce în ce mai mari (interacțiuni ale dislocațiilor, apariția treptelor de dislocații imobile etc.) și deci este necesară o tensiune τ, de asemenea, din ce în ce mai mare pentru asigurarea continuității procesului de deformare. Tensiunea τ și densitatea de dislocații sînt legate prin relația :

$$\tau = \frac{Gb}{8\pi(1-\nu)} N^{1/2} \tag{5}$$

În cazul deformării prin maclare, atomii cuprinși în planele din porțiunea deformată se deplasează cu distanțe direct proporționale cu depărtarea la care se află acești atomi de planul de maclare. Astfel, atomii din imediata apropiere a planului de maclare se vor deplasa cu cele mai mici distanțe, în timp ce restul atomilor se deplasează cu distanțe cu atît mai mari, cu cît se află mai departe de planul de maclare. Acest lucru deosebește esențial mecanismul de deformare prin maclare de mecanismul de deformare prin alunecare la care toți atomii parcurg distanțe relativ egale.

O altă deosebire între cele două mecanisme de bază este și faptul că maclarea are loc după alte plane decît alunecarea. De exemplu în sistemul c.f.c. (cub cu fețe centrate) planul de maclare este întotdeauna un plan {112}, iar planul de alunecare este întotdeauna un plan de maximă duritate atomică din familia {111} ; în sistemul h.c. (hexagonal compact) planul de maclare este {102}, iar în cristalele din sistemul romboedric acest plan este {011} [11].

La metale, mecanismul deformării prin maclare se poate observa în cazul metalelor pure sau al soluțiilor solide. Susceptibilitatea maximă la deformare prin maclare o prezintă metalele cu rețele h.c. sau cele cu rețele centrate spațial [3].

Se observă că mecanismul de deformare prin maclare este puternic influențat de condițiile în care are loc deformarea plastică [3], [10], [12]. Astfel vitezele mari și temperaturile joase de deformare favorizează apariția mecanismului de maclare. De exemplu Fe — α (unicul metal cristalizînd în sistemul c.v.c. care prezintă fenomene de maclare) se poate deforma și prin maclare la temperaturi joase în condițiile deformării cu șoc. Dacă temperatura scade foarte mult deformarea se produce prin maclare chiar și la solicitări aplicate static.

În figura 2 se poate observa că există două zone distincte de existență a celor două mecanisme de deformare și că limita de separație

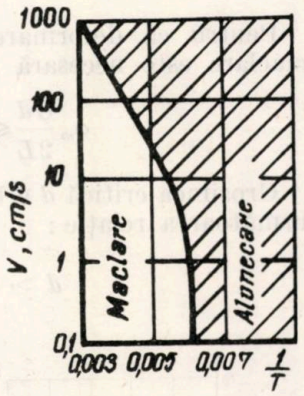


Fig. 2. Influența vitezei și temperaturii asupra mecanismului de deformare.

(care în realitate este un domeniu echiprobabil de coexistență a mecanismelor) este în funcție de cei doi parametri de bază ai deformării : viteza și temperatura.

Din analiza geometriei celor două mecanisme (fig. 3) se pot stabili și condițiile de existență ale deformării prin maclare și prin deplasare de dislocații. Se notează cu d distanța dintre planele active de alunecare al căror

număr este $N = \frac{L}{d}$. Cea mai mică deplasare prin alunecare în monocristal este egală cu distanța interatomică în planul de alunecare.

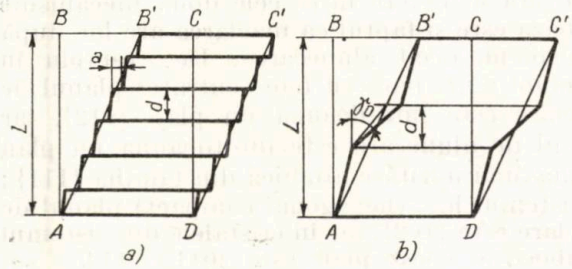


Fig. 3. Parametrii geometrici ai deformării: *a* – prin alunecare; *b* – prin maclare.

În urma deformării rețeaua $ABCD$ devine $A'B'C'D'$. În acest mod punctul B se deplasează în B' și deci segmentul $BB' = \frac{Na}{2}$. Urmează că tensiunea tangențială necesară este:

$$\tau = G\varphi_{al} = G\frac{BB'}{L} = G\frac{Na}{2dN} = \frac{G}{2}\frac{a}{d} \qquad (6)$$

În relația (6) simbolurile au următoarele semnificații: G — modulul deplasării; φ_{al} — gradul de deformare relativă prin alunecare; restul simbolurilor rezultă din figura 3.

Cel mai simplu mod de deformare prin maclare este ilustrat în figura 3, *b*. Deformarea minimă prin maclare este $BB' = \frac{\varphi_m d}{2}$ de unde rezultă:

$$\tau_m = \varphi_m \frac{Gd}{2L} \qquad (7)$$

Pentru ca deformarea să se producă prin maclare este necesară satisfacerea inecuației:

$$\varphi_m \frac{Gd}{2L} \leqslant \frac{G}{2}\frac{a}{d} \qquad (8)$$

Grosimea critică d a blocurilor se găsește din următoarea relație:

$$d \geqslant \sqrt{\frac{La}{\gamma_m}} \qquad (9)$$

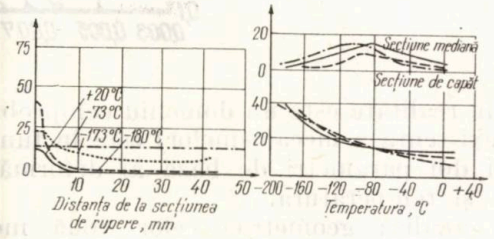


Fig. 4. Distribuția procentuală a grăunților maclați în epruvete din fier Armco supuse la tracțiune cu diverse viteze (8,20, 50 m/s):
–·–·– 8 m/s; – – 20 m/s; — — — 50 m/s.

De exemplu particularizînd relația (9) pentru cazul feritei ($a = 2{,}8 \times 10^{-8}$ cm; $\gamma_m = 0{,}7$; $L = 10^{-2}$ cm) rezultă că grosimea critică a blocurilor este după [10] de 2×10^{-5} cm.

Știind că între tensiunea de alunecare și temperatură există relația empirică de forma $\tau_{al} = K_1 - K_2\sqrt{T}$ se poate obține temperatura limită de apariție a deformării prin maclare, explicitînd-o din relațiile:

$$\tau_{al} = \tau_m = K_1 - K_2\sqrt{T} = G\gamma_m\frac{d}{2L} = \frac{G}{2}\sqrt{\frac{\gamma_m a}{L}} \qquad (10)$$

Din această relație se vede că factorul decisiv în reglarea mecanismului de deformare este temperatura. Viteza joacă un rol mai mic și este prinsă ca factor de influență în constantele K_1 și K_2.

Pentru ca un proces fizic să se producă este însă necesară satisfacerea unor condiții termodinamice care indică sensul desfășurării respectivului proces. De exemplu, în cazul mecanismelor de deformare bazate pe deplasarea dislocațiilor, acestea se pot deplasa sub acțiunea unor forțe exterioare numai dacă este învinsă o anumită barieră de potențial. Acest lucru se poate vedea mai sugestiv în figura 5. Aplicarea

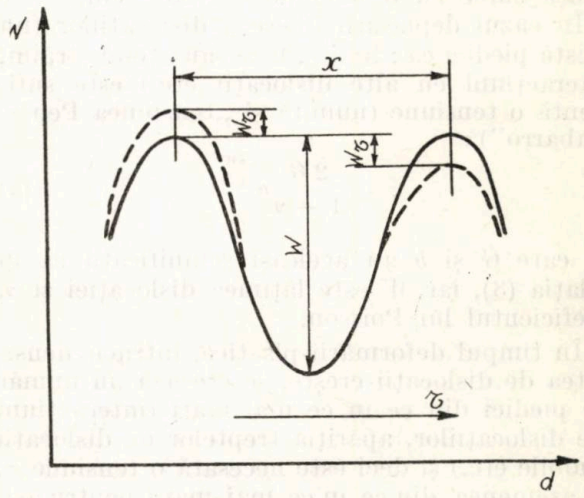


Fig. 5. Deformarea barierelor de potențial sub acțiunea forțelor exterioare.

tensiunii exterioare τ echivalează cu micșorarea barierei de potențial W cu valoarea W_τ în direcția de aplicare a tensiunii și cu mărirea aceleiași bariere în sens contrar. De aceea probabilitatea saltului peste bariera de potențial este mai mare în direcția de aplicare a tensiunii decît în sens invers.

Probabilitatea salturilor peste o barieră de înălțime W este $e^{-\frac{W}{kT}}$, iar frecvența cu care se produc salturile este $\nu = 2\nu_0 e^{-\frac{W}{kT}}$, în care ν_0 este

frecvența de vibrație a segmentului de dislocație considerat [13]. După aplicarea tensiunii τ frecvența salturilor în direcția solicitării crește și devine :

$$\nu_\tau = \nu_0 (e^{-\frac{W-W_\tau}{kT}} - e^{-\frac{W-W_\tau}{kT}}) = 2\nu_0 e^{-\frac{W}{kT}} Sh \frac{W_\tau}{kT} =$$

$$= \nu Sh \frac{W_\tau}{kT} \qquad (11)$$

(Relația a fost obținută știind că $Sh\varphi = \frac{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}{2}$ în care $\varphi = \frac{W_\tau}{kT}$; s-a scos, de asemenea, în factor $e^{-\frac{W}{kT}}$).

Considerînd, așa cum s-a mai arătat, că elementul care se deplasează este dislocația, W_τ poate fi determinat din relația :

$$W_\tau = \frac{bLx\tau}{2}, \qquad (12)$$

în care b este vectorul Burgers ; L — lungimea segmentului de dislocație ; x — distanța dintre două poziții succesive de echilibru.

În acest mod există toate elementele necesare pentru a determina atît condițiile termodinamice, cît și sensul de desfășurare a proceselor de deformare plastică. Se observă că în funcție de mărimea barierei de potențial W se pot distinge două tipuri principale de curgere : curgere vîscoasă, la care W este foarte mic și deformarea plastică se instalează de la tensiuni mici ; curgere plastică la care W este mare și fenomenul de deformare se instalează numai dacă tensiunea exterioară a depășit valoarea critică. De regulă metalele se încadrează în a doua categorie. În anumite condiții de viteză și temperatură s-a observat existența curgerii vîscoase și la metale. În aceste condiții anumite dislocații se deplasează lent sub acțiunea unor tensiuni exterioare mici [14].

Din punct de vedere cinetic procesul deformării plastice este definit de trei elemente și anume : viteza de apariție a noilor dislocații generate de sursele Frank-Read, viteza de deplasare a dislocațiilor și durata de incubație.

Viteza de apariție a noilor dislocații poate fi exprimată valoric prin creșterea densității de dislocații în unitatea de timp. Această creștere este după [15] dată de relația :

$$\frac{dn}{dt} = \frac{\dot{n}}{x} = \nu e^{-B/2\tau_s T}, \qquad (13)$$

în care $\dot{n}$ este viteza de creștere a numărului de dislocații în unitatea de timp ; ν — frecvența de vibrație a dislocațiilor ; $B = 2\gamma_0^2 \varphi \left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right) : bK$; γ_0 — energia dislocațiilor în absența atmosferelor ; γ — energia dislocațiilor luînd în considerație prezența și influența atmosferelor din vecinătatea segmentelor de dislocație ; $\varphi\left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right) - \frac{\gamma}{\gamma_0}\left[1 - \left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right)^2\right]^{1/2}$; T — temperatura absolută ; K — constanta lui Boltzmann ; τ_s — tensiunea tangențială exterioară.

Din punct de vedere al sensului fizic, viteza de apariție a dislocațiilor este noțiune similară cu cea de viteză de germinare utilizată în teoria transformărilor de fază. În această teorie se operează, de asemenea, și cu noțiunea de „perioadă de incubație".

În procesul de deformare perioada de incubație, notată cu t_d, exprimă durata de timp care se scurge din momentul în care se aplică solicitarea pînă în momentul în care începe să se producă deformarea plastică. Știind că numărul de dislocații necesar pentru începerea deformării plastice este după [15] egal cu $2\frac{aG}{\sigma}$ (în care $a \approx 0{,}1$; G = modulul deplasării ; $\sigma = 2\tau_s$) și că durata de incubație („delay time") rezultă din integrarea vitezei de apariție a dislocațiilor se obține :

$$\frac{2aG}{\sigma} = \int_0^{t_d} \nu^{-B/\sigma T} dt \qquad (14)$$

de unde :

$$t_d = \frac{2aG}{\nu\sigma} e^{B/\sigma T} \qquad (15)$$

Din ecuația (14), prin integrare în alte limite de timp, se poate obține numărul de dislocații (densitatea de dislocație) pentru orice moment al procesului de deformare.

Pentru a se face o imagine asupra ordinului de mărime a perioadei de incubație se arată că Kambell J.D. [10] a stabilit că este sub 5×10^{-9} s și că la început accelerarea dislocațiilor este foarte mare pînă în momentul în care tensiunea ajunge la valoarea limitei de curgere în condițiile date. Se remarcă, deci, că în teoria dislocațiilor, se admite că deformarea plastică nu se instalează simultan cu aplicarea sarcinii, ci după o anumită perioadă de timp, foarte scurtă, datorită inerției dislocațiilor.

În sfîrșit, ultimul element care completează tabloul cinetic al deformării plastice este viteza de deplasare a dislocațiilor. Știind că buclele de dislocații străbat o anumită suprafață în unitatea de timp, se poate compara această noțiune cu cea de viteză de creștere a grăunților, utilizată în teoria transformărilor de fază. Viteza de deplasare a dislocațiilor este o funcție

exponențială de tensiune și temperatură conform relației :

$$v_d = v_0 \exp\left(-\frac{A}{\tau T}\right), \qquad (16)$$

în care v_d reprezintă viteza de deplasare a dislocației ; v_0 — viteza sunetului în materialul dat ; A — o constantă de material ; τ — tensiunea exterioară ; T — temperatura absolută.

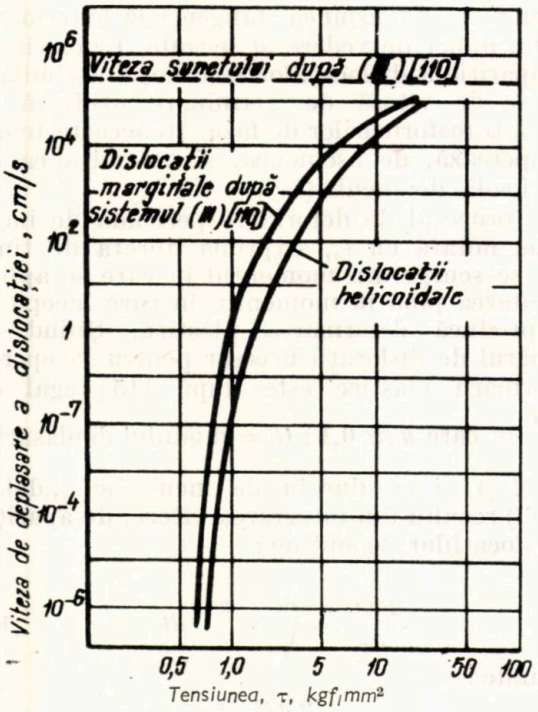


Fig. 6. Dependența vitezei de deplasare a dislocațiilor în funcție de tensiune într-un cristal de LiFl.

Din figura 6, unde este reprezentată relația (16), rezultă următoarele concluzii importante : vitezele dislocațiilor diferă în funcție de tipul lor (marginale sau helicoidale). Vitezele dislocațiilor (indiferent de tipul lor) cresc cu tensiunea dar nu depășesc viteza sunetului prin material, ci tind asimptotic către această valoare. Această ultimă concluzie se poate formula și astfel : deformarea plastică, datorită deplasării dislocațiilor, are loc cu viteze mai mici decît cea elastică. Întrucît într-un cristal există atît dislocații marginale, cît și dislocații helicoidale, viteza globală a dislocațiilor se obține în conformitate cu relația :

$$v_d = b\,(n_h\,v_h + n_m\,v_m), \qquad (17)$$

în care $v_{d,h,m}$ sînt vitezele globale ale dislocațiilor, helicoidale, marginale, iar $n_{h,m}$ — densitățile lor. Experimental s-a stabilit că raportul $\frac{v_m}{v_h} \approx 50$.

Din materialul expus rezultă deci că deformarea plastică este un fenomen fizic care poate fi definit complet cunoscîndu-se : mecanismele după care se produce (deplasări de limite și sublimite, deplasări de dislocații, maclare etc.), condițiile termodinamice (sensul în care se desfășoară) și elementele cineticii procesului (viteza de apariție a buclelor de dislocație, perioada de incubație, viteza de deplasare sau propagare a dislocațiilor).

BIBLIOGRAFIE

[1] Chalmers B. *Physical Metallurgy.* Ed. John Wiley & Sons, Inc. Chapman & Hall. New-York, Limited, Londra, 1959.

[2] Dieter E. G. jr. *Mechanical Metallurgy.* Ed. Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. New-York, Toronto, Londra, 1961.

[3] Gubkin S. I. *Plasticeskaia deformații metallov.* Vol. I, II, III, Moscova, Metallurghizdat, 1961.

[4] Dupoy J. M. și Poirier J. P. *Déformation plastique des métaux hexagonaux compacts.* Culegere de articole ,,Deformation plastique des métaux et alliage". Paris, Ed. Masson, 1968.

[5] Saada G. *La déformation plastique des métaux cubiques à faces centrées.* Culegerea de articole Deformation plastique des métaux et alliage. Paris, Ed. Masson, 1968.

[6] Kroupa F. *Plastic deformation of B.B.C. metals with special reference to slip geometry.* Culegerea de articole Deformation plastique des métaux et alliage. Paris, Ed. Masson, 1968.

[7] Pavlov V. A. *Fiziceskie osvovi plasticeskoi deformații metallov.* Moscova, Ed. Akad. Nauk S.S.S.R., 1962.

[8] Geru N. *Proprietățile metalelor și metode fizice de control.* București, E.D.P., 1967.

[9] Bollman W. *Crystal defects and crystallyne interfaces.* Berlin, Ed. Springer Verlag, Heidelberg, New-York, 1970.

[10] Nemeț I. *Jestkosti i procinosti stalinîh detalei* (trad. din l. cehă). Moscova, Ed. Mașinostroenie, 1970.

[11] Mortón C. și Smith. *Osnovi fiziki metallov.* Moscova, Ed. Metallurghizdat, 1962 (traducere după originalul în limba engleză ,,Principles of Physical Metallurgy").

[12] Botta R. și Gobin P. *Étude des influences combinées de la température et des hautes viteses de solicitation sur le comportement d'un fer Armco.* Les Mem. Sci. Met., Rev. Met., LXV, nr. 5, 1968.

[13] Pankovski R., Gouzou I. și Home G. *Le mécanisme de deformation du fer resulte de deux processus d'activation superposés.* Les. Mem. Sci. Rev. Met., LXV, 15 iun., 1968.

[14] Gouzou I., Leroy V. și Habraker L. *La mobilité des dislocations dans un fer de haute purité.* Les Mem., Sci. Rev Met., 15, LXV, iun., 1968.

[15] Sokolov L. D. *Soprotivlenie metallov plasticeskoi deformații.* Moscova, Ed. Metallurghizdat, 1963.

Ing. A. Lederer
Institutul de proiectări tehnologice pentru laminoare — București

Realizări noi în domeniul laminoarelor de benzi late la cald (I)

CZ 621.77.23 : 621.7.016.2

Necesităţile industriilor de automobile, ambalaje şi a bunurilor de larg consum în general, beneficiarii principali de tablă subţire, respectiv de benzi late, au impus în ultimii ani un program larg de investiţii în domeniul benzilor late, ceea ce se reflectă prin faptul că majoritatea combinatelor noi îşi încep activitatea cu acest sortiment, iar combinatele existente îşi extind capacităţile respective de producţie.

Progresele foarte mari obţinute în ultima perioadă în proiectarea şi construcţia laminoarelor de benzi late la cald s-au generalizat pe scară largă şi s-au realizat prefecţionări noi, în scopul măririi productivităţii şi, în special, în scopul îmbunătăţirii calităţii produselor, asigurînd astfel cererile cantitative şi calitative ale consumatorilor şi menţinînd competitivitatea faţă de alte materiale (în special aluminiu şi materialele plastice).

Tabela 1 cuprinde lista laminoarelor de benzi late la cald cu lungimea tăbliei peste 1 000 mm, puse în funcţiune după anul 1965, inclusiv caracteristicile lor principale. Se menţionează că laminoarele construite anterior au fost prezentate într-o lucrare de sinteză publicată în 1966 [1]. Această tabelă nu cuprinde laminoarele de tip Steckel şi planetare, care au o răspîndire limitată şi nu sînt tratate în prezentul articol. În legătură cu tabela 1 se menţionează că valorile capacităţilor de producţie sînt cele indicate de uzinele respective; în multe cazuri aceste valori au fost dictate de condiţiile locale, capacitatea reală fiind considerabil mai mare (în special la laminoarele din S. U. A).

Sortimente de produse

Produsele laminoarelor moderne sînt în general exclusiv benzi înfăşurate în rulouri.

Sortimentul dimensional cuprinde în general benzi de 1,2 — 12 mm grosime şi pînă la 2,5 m lăţime.

Tendinţa actuală la laminoarele de benzi este lărgirea sortimentului dimensional. Astfel, la o serie de laminoare noi (tabela 1) s-a prevăzut obţinerea unor benzi cu grosimea minimă de 0,8 — 1,0 mm, preluînd astfel o parte din sortimentul laminoarelor de benzi la rece. Majoritatea laminoarelor de mare capacitate produc benzi de circa 2 000 mm lăţime, iar grosimea maximă a benzilor înfăşurate în rulouri a crescut continuu. Astfel, după ce s-au construit mai multe laminoare, în special în Japonia, pentru benzi de 16 mm grosime, în prezent se construiesc ruloare pentru grosimi de 18 mm la Linz şi Salzgitter şi chiar de 20 mm la Bremen şi Dortmund. În felul acesta, o mare parte a sortimentului laminoarelor de tablă groasă va putea fi preluată de laminoarele de benzi, rezultînd următoarele avantaje principale:

— mărirea productivităţii atît la laminorul de tablă groasă, cît şi la laminorul de benzi, datorită creşterii greutăţii medii a sleburilor şi, respectiv, a secţiunii medii a benzilor;

— reducerea preţului de cost al tablelor, datorită în special micşorării consumului de metal în urma reducerii şutajelor şi măririi greutăţii medii a sleburilor;

— îmbunătăţirea calităţii suprafeţei tablelor, datorită efectuării trecerilor pe caje separate şi răcirii dirijate după laminare;

— îmbunătăţirea caracteristicilor mecanice ale tablelor, datorită laminării într-un regim de temperaturi mai uşor controlabil şi răcirii dirijate după laminare (astfel, la laminoarele de benzi se pot obţine table cu structură de normalizare, direct din laminare).

Se menţionează însă că grosimea maximă a tablelor obţinute din benzi nu este limitată de laminorul propriu-zis de benzi, ci de liniile de tăiere şi, în special, desfăşurarea şi debitarea la viteză mare. Astfel, liniile de tăiere construite pînă în prezent pot tăia grosimi maxime de 12 mm în cazul foarfecelor volante cu viteze maxime de circa 100 m/min şi grosimi maxime de 16 mm în cazul foarfecelor obişnuite cu viteze maxime de 50 m/min (Kimitsu).

Produsele laminoarelor de benzi se împart în trei categorii din punct de vedere al *destinaţiei:*

— rulouri pentru laminare la rece, care reprezintă cantitatea cea mai mare din producţie, în general 60—80 %;

— rulouri laminate la cald şi expediate sub această formă beneficiarilor (în special pentru ţevi sudate şi profile îndoite);

— table groase şi subţiri, obţinute din rulouri laminate la cald pe linii de tăiere transversală şi folosite pentru construcţii metalice şi mecanice, rezervoare, nave, vagoane, automobile etc.

Calităţile de oţeluri folosite pentru benzi late se pot împărţi în următoarele categorii importante:

— oţeluri necalmate sau calmate, cu un conţinut foarte scăzut de carbon şi elemente însoţitoare, folosite pentru benzi şi table subţiri destinate ambutisării şi presării;

— oţeluri necalmate, semicalmate sau calmate, cu un conţinut mai ridicat de carbon (0,2—0,6 %)

LAMINOARE DE BENZI LATE LA CALD (după 1965)

Tabela 1

Țara, firma, orașul	Tipul laminorului	Anul intrării în funcțiune (reconstrucției)	Caracteristicile benzilor			Greutatea maximă a slebului, t	Viteza maximă, m/s	Puterea instalată acționării principale, CP	Capacitatea de producție, mii t/an	Obs.
			Grosimea, mm	Lățimea, mm	Greutatea unitară maximă, kg/mm					
1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11
Africa de Sud										
South African Iron and Steel Industrial Corp. Ltd (ISCOR), Vanderbijlpark	Semicontinuu 2 050 mm	În constr.	1,25—12,7	610—1 900			19,0	72 000		
Algeria										
Société Nationale de Sidérurgie, Annaba	Semicontinuu 2 800/1 500mm	1971	1,8—15,0	610—1 350			12,5	52 800	800	1)
Argentina										
Propulsora Siderurgica, Ensenada	Semicontinuu 2 030 mm	1973								
Austria										
Vereinigte Osterreichische Eisen-und Stahlwerke AG (VOEST), Linz	Semicontinuu 1 675 mm	1952 (1971)	1,0—18,0	max. 1 580	12		18,4	32 040 (înainte de reconstrucție)	2200	
Belgia										
S. A Sidérurgique Maritime (SIDMAR), Gent Zelzate	Treisferturi-continuu 2 030 mm	1966	1,25—10,0	600—1 890	18	26	17,8	75 850	3 000 (finală)	
Usines Gustave Boel S.A., La Louvière	Semicontinuu 3 100/1 880 mm	1966	1,5 —12,7	500— 1 730	10,7 (final 18)	12 (final 18)	12,2	51 540	max. 340 t/h	1)
R. P. Bulgaria										
Combinatul Kremikovtsi	Semicontinuu 1 700 mm		1,8 —10,0	700—1 550		16	13			1)
Chile										
Companhia de Acero del Pacifico S. A., Huachipato	Semicontinuu 1 730 mm	1971					13,6			2)
Coreea de Sud										
Pohang Iron & Steel Co Ltd (POSCOE), Pohang	Semicontinuu 1 420 mm		1,2—10,0	550—1 270			15,2	36 800		
Egipt										
Egyptian Iron and Steel Heluan	Semicontinuu 1 200 mm	1970	1,8 —6,0	max. 1 000		5	9	31 400	815	
Finlanda										
Rautaruukki Oy, Raahe	Semicontinuu 3 600/2 030 mm	1972	2,0 —15,0	max. 1 880			11	44 000		1)
Franța										
Société Lorraine et Méridionale de Laminage Continuu (SOLMER), Fos-sur-Mer	Continuu 2 285 mm	1974	1,0 —12,0	600—2 130	27	40	31	143 000 (final) 156000)	6 000 (finală)	—
R. F. Germania										
August Thyssen-Hütte A. G., Bruckhausen	Treisferturi-continuu 1700 mm	1955 (1972)			18				3 000	
Fr. Krupp Hüttenwerke A. G., Bochum	Semicontinuu 3 000/1 800 mm	1966	1,2—12,7	500—1 600	15	24	15,3	86 500	2 160	2)
Hoesch A. G., Westfalenhütte, Dortmund	Treisferturi-continuu 1 730 mm	1958 (1972)	1,2 —20,0	550—1 550	21	30	19	111 140	3 200	
Klöckner Werke A.G., Bremen	Continuu 2 300 mm	1973	1,2 —20,0	600—2 150	23,6 (final 35,4)	45	23,2 (final 36,2)	173 000 (final 220 000)	5 400 (finală)	
Grecia										
Halyvourgiki Inc., Elensis	Semicontinuu 2 150/1 650 mm	1968	1,8 —12,0	600—1 500			11,0	19 870		
India										
Hindustan Steel Ltd, Bokaro	Continuu 2 000 mm	1973	1,2 —12,0	max. 1850			32			

Continuare tabela 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Italia										
Italsider S. p. A., Taranto	Continuu 2 300 mm	1973		max. 2 185		45	24,5 (final 28,6)	164 450	5 400 (finală)	
R.S.F. Iugoslavia										
Combinatul metalurgic Skopje	Semicontinuu 1 730 mm	1968	1,6—10,0	max. 1 520		15		30 000	max. 200 t/h	
Combinatul metalurgic Smederovo	Semicontinuu 2 235 mm	1976	1,8 (1,2) — 15,0	600—1 550 (final 600—2 080)		14,6 (final 35)	16,9 (final 21,6)	37 000 (fără cil. vert.)	2 700 (finală)	3)
Japonia										
Kawasaki Steel Corp., Mizushima	Continuu 2 300 mm	1970	1,2 —16,0	600—2 200	28,5	45	22,4 (final 24,2)	151 000 (fără cil. vert.)	5 000 (finală)	
Kobe Steel Co. Ltd, Kakogawa	Semicontinuu 2 185 mm	1972	1,2 —16,0	600—2 100		27	19,7		3 600 (finală)	
Nippon Kokan K.K, Fukuyama	Continuu 2 030 mm	1966	1, 2—12,7	460—1 880	17,8	30	15,2 (final 16,8)	93 800 (final 100 800)	4 000	
Nippon Kokan K.K, Fukuyama	Continuu 1 780 mm	1971	0,8 —12,7	610—1 630		30	26,2	114 000	5 000 (finală)	
Nippon Steel Corp., Kimitsu	Continuu 2 285 mm	1969	1,0 —16,0	860—2 180	21 (final 36)	36 (final 45)	23,4	156 900 (fără cil. vert.)	4 500	
Nippon Steel Corp., Oita	Treisferturi-continuu 2 250 m	1971	1,2 —16,0	700—2 100	37	45	28,5	158 100	6 000 (finală)	
Nisskin Steel Works, Kure	Treisferturi-continuu1830/ 1 525 mm	1966	1,0 —12,7	510—1 320	14		14,4	35 000 (tren finis.)	2 600	
Sumitomo Metal Industries Ltd, Kashima	Continuu 1 780 mm	1969	1,0—12,7	610—1 675	23,2	32	22,1	132 600	4 200 (finală)	
Marea Britanie										
British Steel Corp., Lackenby	Semicontinuu 2 030 mm	1968	2,0 —9,5	max. 1 880		24	12,8	36 000	max. 400 t/h	4)
Olanda										
Hoogovens N. V., Ijmuiden	Continuu 2 230 mm	1969	1,0 —12,7	600—2 080	21,2	35	19,3 (final 21,7)	124 300 (final 144 850)	4 500 (finală)	
R. S. România										
Combinatul siderurgic—Galaţi	Continuu 1 700 mm	1971	1,5 (1,2)— 12,0	700—1 550	18,6	27	15,5 (final 18)	104 380 (final 118 660)	3 500 (finală)	
Spania										
Altos Hornos de Vizcaya S. A., Ansio	Semicontinuu 1 675 mm	1966	1,8 —10,0	500—1 550	9	14	13	circa 40 000	2 100 (finală)	1)
Empresa Nacional Siderurgica S.A. (ENSIDESA), Aviles	Semicontinuu 1 730 mm	1972	1,25—6,35	max. 1 580			12,6	40 800		
Statele Unite										
Armco SteelCorp., Middletown	Continuu 2 185 mm	1968	1,2 —12,7	610—2 030	19,6	32 (final 41)	20,4	132 100	3 150	
Bethlehem Steel Corp., Burns Harbor--Chesterton	Continuu 2 030 mm	1966	1,2 —12,7	510—1 930	21,3	38,5	19	112 100	4 350 (finală)	
Ford Motor Co., Steel Div., Dearborn	Continuu 1 730 mm	1974	1,45—6,35	610—1 580	15,5	24	16,5	circa 71 000		
Granite City Steel Co., Granite City	Continuu 2 030 mm	1967	1,2 —12,7	610—1 930	19,6	25 (final 36)	19,2	103 200 (final 113 200)	2 160 (inițială)	
Republic Steel Corp., Cleveland	Continuu 2 160 mm	1970	1,2 —12,7	710—1 980	22,3	21 (final 41)	19,6	132 400	2 400 (inițială)	
United States Steel Corp., Gary	Continuu 2 135 mm	1967	1,2—12,7	460—1940	21,6	34 (final 42,5)	21,4	128 200	3 150	
Youngstown Sheet and Tube Co., East Chicago	Continuu 2 135 mm	1968	1,2 —12,7	610—1 960	22,3	27 (final 45)	21,3	142 400	3 500	
Uniunea Sovietică										
Karaganda, Temir Tai	Continuu 1 700	1967	1,2 —12,0	700—1 550	17	23	18,0	105 000	4 500	
Novo — Lipeţk	Continuu 2 000 mm	1969	1,2—12,0 (viitor 16,0)	900—1 850		36	20,0	162 000	6 000	
Venezuela										
C.V.G. Siderurgica del Orinoco CA (SIDOR), Matanzas	Semicontinuu 3 300/1 420 mm	În const.	1,65—12,7	460—1 270			14,2	39 500	800	1)

Obs: 1) Trenul degrosisor servește și pentru laminarea tabelelor groase. 2) Caja degrosisoare (duo/cvarto) servește și pentru laminarea sleburilor și a tablelor groase. 3) În final treisferturi-continuu. 4) Laminorul produce și tablă groasă (după trenul finisor).

folosite la fabricarea tablelor subțiri și groase, cînd se cer caracteristici mecanice mai ridicate;

— oțeluri slab și mediu aliate (cu Mn, Si, Cr, Ni, V, Mo, Nb, Ti) cu conținut scăzut de carbon (în general pînă la 0,2 %) și folosite pentru benzi și table la care se cere o sudabilitate bună și valori ridicate ale limitei de curgere și rezilienței;

— oțeluri silicioase (cu max. 5 % Si) folosite pentru benzi și table electrotehnice;

— oțeluri anticorozive și refractare folosite pentru benzi și table utilizate în construcții, industria chimică, industria bunurilor de larg consum, construcții de mașini (inclusiv automobile) etc.

Materia primă și încălzirea ei

Laminoarele de benzi lucrează exclusiv din sleburi controlate și curățate (prin flamare la cald și la rece), în scopul asigurării unei calități bune a suprafeței benzilor.

Greutățile unitare ridicate ale rulourilor au impus mărirea considerabilă a dimensiunilor sleburilor, care au pînă la 350 mm grosime și 14 m lungime. La laminoarele moderne nu se aplică treceri de lățire, astfel că lățimea sleburilor este apropiată de cea a benzilor.

Deși se folosesc sleburi turnate continuu și în cazul laminoarelor de benzi, răspîndirea este mai puțin largă decît la laminoarele de tablă groasă, datorită numărului mare de lățimi necesare și a dificultăților de turnare a oțelului calmat. Se menționează însă că în ultimul timp s-au realizat progrese importante în domeniul turnării continue, ceea ce va permite răspîndirea largă a acestui procedeu și pentru sleburile destinate benzilor late; astfel, prin realizarea unor cristalizoare cu lățime reglabilă și comandă de la distanță se poate trece de la o lățime la alta fără întreruperea turnării, iar prin introducerea unor mărci speciale de oțel calmat a devenit posibilă obținerea unor benzi de calitate cel puțin egală cu cea a oțelului necalmat (de exemplu, mărcile Riband 1 și 2 de la U. S. Steel, transformate în benzi la laminorul de 2 135 mm de la Gary). În această privință se menționează combinatele de la Novo-Lipețk, Mc Louth — Trenton și Oita, alimentate exclusiv cu sleburi turnate continuu care sînt transformate integral în benzi.

Pentru încălzirea sleburilor se folosesc cuptoare cu propulsie de construcție perfecționată și cuptoare cu vatră pășitoare.

Cuptoarele cu propulsie au productivități pînă la 350 t/h și se caracterizează printr-un număr mare de zone de încălzire (5—6) cu reglare automată independentă și printr-o încărcare specifică a vetrei foarte ridicată (700—800 kg/m² h și peste), prin consum redus de combustibil (cca. 350 kcal/kg) și uniformitate avansată a temperaturii (diferența maximă de temperatură 25°C — 30°C). Ca elemente caracteristice în construcția cuptoarelor cu propulsie se remarcă răcirea fierbinte și izolarea termică (în general cu material ceramic) a șinelor de glisare și montarea unor elemente de glisare propriu-zise din aliaje înalt refractare, scoaterea sleburilor din cuptor cu mașini speciale, reducînd astfel șocurile pe calea cu role, oxidarea metalului în cuptor și evitînd deteriorarea suprafeței sleburilor.

În figura 1 sînt reprezentate profilurile cele mai caracteristice ale cuptoarelor cu propulsie utilizate la laminoarele moderne de benzi. Cuptoarele clasice cu cinci zone sînt folosite din ce în ce mai rar. La mai multe laminoare au fost construite însă cuptoare cu cinci zone, avînd arzătoare în boltă în zona de egalizare (fig. 1, *a*); deseori, pentru a elimina dungile negre, se prevăd arzătoare mici suplimentare în zona de egalizare (în prelungirea șinelor de glisare), iar alte arzătoare mici plasate în zona de egalizare împiedică răcirea sleburilor la descărcare [2].

Firma OFU a construit cuptoare cu cinci zone, avînd însă zonele de preîncălzire și încălzire amplasate într-un spațiu comun, iar fluxul de gaze este în echicurent cu materialul în zonele de preîncălzire și egalizare și în contracurent numai în zonele de încălzire (fig. 1, *b*) [3]. Cuptoare de acest tip au fost construite la laminorul de 2250 mm de la Beeckerwerth (patru cuptoare de 30,9 × 10,2 m, 225—250 t/h), iar în cadrul reconstrucției laminorului de 1675 mm de la Linz au fost prevăzute două cuptoare de tip OFU de cîte 350 t/h.

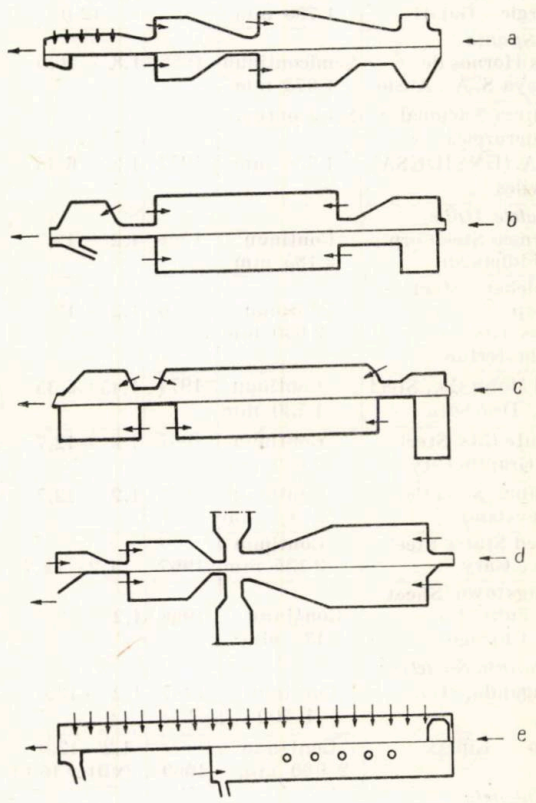


Fig. 1. Profiluri de cuptoare cu propulsie.

Firma Koppers — Wistra a introdus un tip de cuptor cu propulsie cu şase zone de încălzire, avînd încălzire superioară şi inferioară pe întreaga lungime (fără vatră de egalizare), fiind prevăzut cu ţevi de glisare cu răcire fierbinte, izolate cu material ceramic şi cu elementele de glisare din aliaj înalt refractar (30% Cr şi 50% Co). Fluxul de gaze este similar cu cel din cuptoarele de tip OFU, diferenţa principală constînd în zona de egalizare (fig. 1, *c*) [4]. După ce au fost construite mai multe cuptoare Koppers — Wistra de 150—175 t/h pentru laminoare de tablă groasă, au fost instalate trei cuptoare de cîte 325 t/h şi la laminorul de benzi de la Mizushima.

La laminorul combinat de tablă groasă şi benzi de 2030 mm de la Lackenby a fost montat un cuptor cu propulsie cu cinci zone, avînd flux în echicurent la capătul de încărcare şi în contracurent la capătul de evacuare, iar gazele sînt evacuate în mijlocul cuptorului (fig. 1, *d*) [5]. Acest cuptor, construit de Stein Atkinson pe baza concepţiei BISRA, are o suprafaţă utilă a vetrei de 29,4 × 8,4 m şi o productivitate proiectată de 220—240 t/h, ceea ce rezultă într-o încărcare specifică a vetrei foarte ridicată (900—1 000 kg/m² h).

Un tip cu totul nou de cuptor cu propulsie a fost realizat de firma Siderforni, constînd constructiv numai din două zone : o zonă superioară cu arzătoare în boltă şi o zonă inferioară cu arzătoare frontale în contracurent şi arzătoare laterale, pentru egalizare aplicîndu-se numai încălzirea superioară (fig. 1, *e*) [6]. În cadrul reconstrucţiei laminorului de 1730 mm de la Dortmund, au fost montate trei cuptoare de acest tip, avînd suprafaţa vetrei de 30,8 × 13,3 m şi productivitatea de 325 t/h (800kg/m² h). Zona superioară este împărţită în şapte subzone de reglare termică, iar zona inferioară, în trei subzone de reglare termică. Vatra de egalizare, de 11 m lungime, este executată din Magmalox. Arzătoare suplimentare mici, amplasate în faţa uşilor de încărcare şi în regiunea maşinii de descărcare, evită răcirea sleburilor. În cadrul reconstrucţiei laminorului de 2030 mm de la Salzgitter s-a montat un cuptor de tip similar, avînd 31,3 × 12,4 m dimensiunile vetrei şi 300—360 t/h productivitate (800—900 kg/m² h).

Cuptoarele cu vatră păşitoare prezintă o serie de avantaje importante faţă de cuptoarele cu propulsie : evitarea urmelor produse prin frecarea sleburilor de şinele de glisare, posibilitatea funcţionării cu sleburi avînd grosimi foarte variabile, grosimea minimă a sleburilor nu este limitată de lungimea cuptorului, dependenţă mai mică între încărcare şi descărcare, posibilitatea golirii cuptorului în cazul întreruperilor. Datorită acestor avantaje importante, deşi necesită investiţii mai mari, iar consumul de combustibil şi de apă este mai ridicat decît la cuptoarele cu propulsie, cuptoarele cu vatră păşitoare au căpătat o largă răspîndire la laminoarele de benzi, în special în Japonia. Astfel, după ce au fost construite trei cuptoare de 270 t/h la Granite, au fost montate cîteva cuptoare de acest tip şi în Europa (Chertal, Bochum, Bremen), iar majoritatea cuptoarelor noi montate la laminoarele de benzi din Japonia sînt cu vatră păşitoare (Hirohata, Nagoya, Kashima, Fukuyama, Kimitsu, Kakogawa, Oita). Dintre acestea se menţionează cele trei cuptoare de la Oita, avînd suprafaţa utilă a vetrei de 38,7 × 14,0 m şi o productivitate maximă de 420 t/h (în cazul sleburilor de 200 mm grosime şi 13,2 m lungime). Cuptoarele au opt zone de încălzire (patru zone superioare şi patru zone inferioare). Zonele inferioare sînt prevăzute cu arzătoare laterale, zonele superioare *1* şi *2*, cu arzătoare frontale, iar zonele superioare *3* şi *4*, cu arzătoare în boltă.

În ceea ce priveşte încălzirea sleburilor, se menţionează soluţia adoptată la Mc Louth—Trenton, unde sleburile avînd 305 mm grosime şi obţinute exclusiv prin turnare continuă sînt încălzite electric în cuptoare cu inducţie. Instalaţia a fost dimensionată pentru o producţie de 2 400 000 t/an şi o productivitate orară maximă de 600 t/h (pentru sleburi de 1525 mm lăţime). În anul 1971 s-a realizat o producţie de circa 2 mil. t, cu o încărcare de 20% rece şi 80% caldă, consumul specific de energie electrică fiind de 300 kWh/t [7].

Tipul şi componenţa laminoarelor

Majoritatea laminoarelor moderne de benzi sînt de tip continuu, care asigură o productivitate mai mare şi o calitate mai bună a benzilor decît laminoarele semicontinue de tip clasic, avînd trenul degrosisor compus dintr-o singură cajă reversibilă. Se menţionează însă, că în ultimul timp se aplică şi un tip intermediar, laminorul treisferturi-continuu, la care trenul degrosisor cuprinde, pe lîngă caja reversibilă şi 1—3 caje nereversibile. Această soluţie asigură o productivitate şi o calitate a benzilor, similare cu laminorul continuu, avînd faţă de acesta unele avantaje : elasticitate mai ridicată, posibilităţi mai mari pentru eşalonarea investiţiei şi, în general, investiţii mai mici [8].

Laminoare treisferturi-icontinue au fost construite la Shotton, Rourkela, Cleveland, Beeckerwerth, Kure, Gent, Oita, Dortmund, Bruckhausen şi Smederovo (etapa finală). Dintre acestea se menţionează laminorul de 2250 mm de la Oita, cel mai nou laminor de benzi din Japonia, proiectat pentru o capacitate finală de 6 mil. t/an, precum şi laminorul de 1700 mm de la Bruckhausen care a fost pus în funcţiune în 1955 ca un laminor continuu, iar recent a fost transformat într-un laminor treisferturi-continuu, mărindu-se greutatea unitară a rulourilor de la 9 la 18 kg/mm, iar

capacitatea de producţie de la 2 la 3 mil. t/an, fără a se mări lungimea totală a instalaţiei (folosind deci hale existente). Această soluţie a fost adoptată şi în cadrul reconstrucţiei laminorului semicontinuu de 1730 mm de la Dortmund, mărindu-se greutatea unitară a rulourilor de la 9 la 21 kg/mm (greutatea totală de la 13 la 30 t), iar capacitatea de producţie de la 1,8 — 2 mil. t/an la 3,2 mil. t/an.

Trebuie menţionat faptul că în ultimul timp se construiesc laminoare moderne de benzi late de tip semicontinuu şi în ţările cu industrie puţin dezvoltată (Algeria, Chile, Coreea de Sud, Egipt, Finlanda, Grecia, Venezuela). În trecut în aceaste ţări se montau laminoare Steckel, care însă au o productivitate limitată şi nu asigură o calitate a benzilor echivalentă cu cea obţinută pe laminoare continue sau semicontinue. Cu toate acestea, laminoarele Steckel n-au fost complet abandonate, ele construindu-se în cazul unor productivităţi mici, care nu justifică investiţiile mari pentru laminoarele semicontinue sau continue. Astfel, recent au fost puse în funcţiune laminoare Steckel în Columbia, Filipine, Peru, Turcia.

Datorită faptului că produsele trenurilor finisoare moderne sînt exclusiv benzi înfăşurate în rulouri, linia de laminare nu cuprinde decît următoarele agregate principale: cuptoare de încălzire, trenul degrosisor, trenul finisor, ruloare. Dacă în trecut se construiau, deseori, laminoare de benzi cu ajustaj de tablă după trenul finisor, această soluţie nu se aplică la instalaţiile moderne, deoarece sincronizarea ajustajului cu capacitatea de producţie a liniei de laminare ar necesita investiţii enorme, fără o utilizare raţională. O excepţie reprezintă laminorul semicontinuu de 2 030 mm de la Lackenby (se menţionează însă că la acest laminor s-a prevăzut livrarea tablelor groase cu marginile laminate, ceea ce simplifică considerabil ajustajul).

În cazul unui sortiment larg şi la producţii necesare mai mici se construiesc — ca şi în trecut — laminoare combinate de tip semicontinuu, tablele groase obţinîndu-se la trenul degrosisor, iar benzile la trenul finisor. O soluţie relativ nouă reprezintă cajele degrosisoare combinate duo/cvarto, la care se obţin sleburi, table groase şi semifabricate pentru alimentarea unui tren finisor pentru benzi de tip continuu (Sault St. Marie, Terni, Bochum) sau de tip Steckel (Jesenice, Eregli, Iligan, Kaohsiung, Chimbote).

BIBLIOGRAFIE

[1] Lederer A. *Stadiul actual al laminoarelor de benzi late la cald.* Metalurgia, nr. 1, 1966.

[2] Ess. T. J. *The Hot Strip Mill — Generation II.* Association of Iron and Steel Engineers ,Pittsburgh, 1970.

[3] Weber F. şi Rieskamp K. H. *Tieföfen und Stossöfen als Betriebsmittel des Walzwerkers an Hochleistungsstrassen.* Stahl und Eisen, nr. 18, 1969.

[4] Strähuber H. F. *Möglichkeiten zur Verbesserung von Stoss — und Durchstossöfen.* Stahl und Eisen, nr. 13, 1968.

[5] Gordon J. *Description of the OZRF Slab-reheating Furnace of Lackenby Works.* Referat prezentat la Bournemouth, iunie, 1972 (Rezumat în Steel Times, nr. 9, 1972).

[6] Wladicka H. *Entwicklungstendenzen beim Bau von Warmbreitbandstrassen und ihre Auswirkung auf den Umbau eines Breitbandwalzwerkes.* Stahl und Eisen, nr. 24, 1971.

[7] Korey W. J. *Induction Heating of Slabs-Today.* Referat prezentat la Bournemouth, iunie, 1972 (Rezumat în Steel Times, nr. 9, 1972).

[8] Lederer A. *Despre componenţa laminoarelor de benzi late de mare capacitate.* Metaiurgia, 1965, nr. 9.

Chim. N. Chindler şi ing. S. Popa
Combinatul siderurgic — Hunedoara

Începuturile producţiei de fontă la Hunedoara (IV)

CZ 669.16 (091) (498)

Baza de combustibil. Combustibilul utilizat atît pentru extragerea fierului direct din minereuri în atelierele din jurul Hunedoarei, cît şi în furnalele de la Topliţa şi Govăjdie, a fost exclusiv mangalul, provenit din pădurile deosebit de bogate ale versantului sud-estic al munţilor Poiana-Ruscă.

Mangalul era produs în apropierea locurilor de exploatare a lemnului, prin străvechiul procedeu al bocşelor (fig. 1).

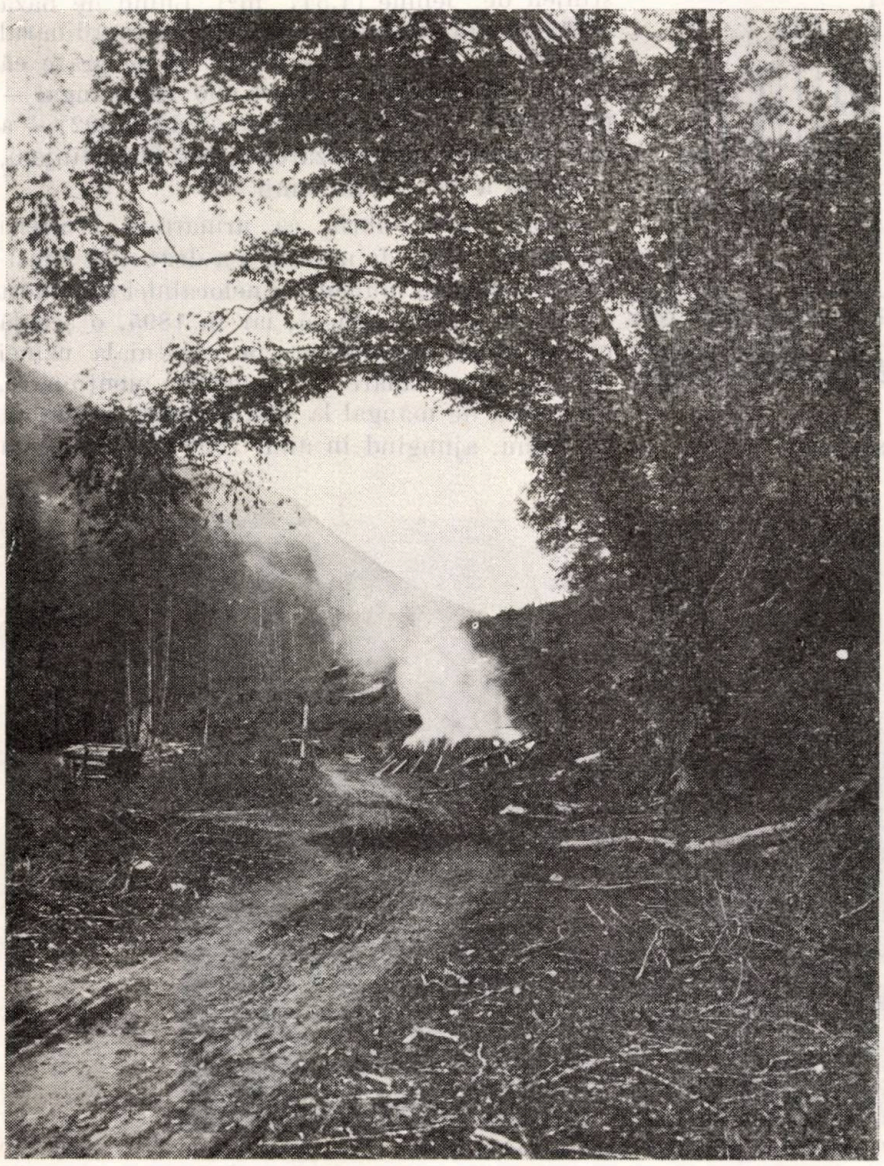


Fig. 1. Bocşe în Valea Runcului.

Prin construirea noilor furnale ale Hunedoarei necesităţile de mangal au crescut de aşa manieră încît pădurile din împrejurimi şi chiar ale judeţului nu mai puteau satisface consumul. A fost necesară deci amenajarea unor noi locuri de mangalizare în judeţele limitrofe şi chiar mai îndepărtate ce dispuneau de un patrimoniu forestier bogat, totodată punîndu-se problema înlocuirii măcar parţial, a mangalului prin cocs. Se considera, pe atunci, că valorificarea pădurilor prin mangalizarea lemnului constituie un progres însemnat în punerea în valoare a unor bunuri de stat sau particulare neexploatate timp de secole [1].

Gospodăria forestieră de stat acordă însă o importanţă din ce în ce mai mică sectorului producător de mangal, ajungîndu-se, în anul 1894, la oprirea completă a producţiei. În această situaţie conducerea uzinelor a asigurat necesarul de mangal prin contractări cu întreprinderi particulare, constituite în mod obişnuit de proprietarii pădurilor sau de asociaţii de producători.

Procedeul utilizat cel mai frecvent pentru aprovizionarea cu mangal era următorul : uzina cumpăra de la proprietar lemnul din pădure, după o prealabilă evaluare cantitativă făcută de experţi în stînjeni sau metri-steri, iar în unele cazuri în funcţie de suprafaţa împădurită ; urma tăierea pădurii şi mangalizarea lemnului de către contractanţi, în obligaţia acestora fiind şi transportul la locul de consum, respectiv la locul de încărcare într-un mijloc de transport de mare capacitate (funicular sau cale ferată).

Existau şi cîteva întreprinderi pentru producerea mangalului, care practicau tot procedeul bocşelor însă la dimensiuni mai mari şi amplasate în serie — în locuri special amenajate. Asemenea instalaţii erau la Orăştie, Costeşti şi Petros — care mangalizau lemnul adus prin plutire şi la Armeniş — unde lemnul era adus la locul de mangalizare cu ajutorul unei căi ferate forestiere. O dată cu creşterea necesităţilor de mangal ale furnalelor numărul antreprenorilor a crescut continuu, activitatea de producere a mangalului dovedindu-se deosebit de rentabilă pentru nobilimea şi mica nobilime maghiară, proprietară a pădurilor.

În figura 2 este redat consumul de mangal al uzinei din Hunedoara în perioada 1884—1918.

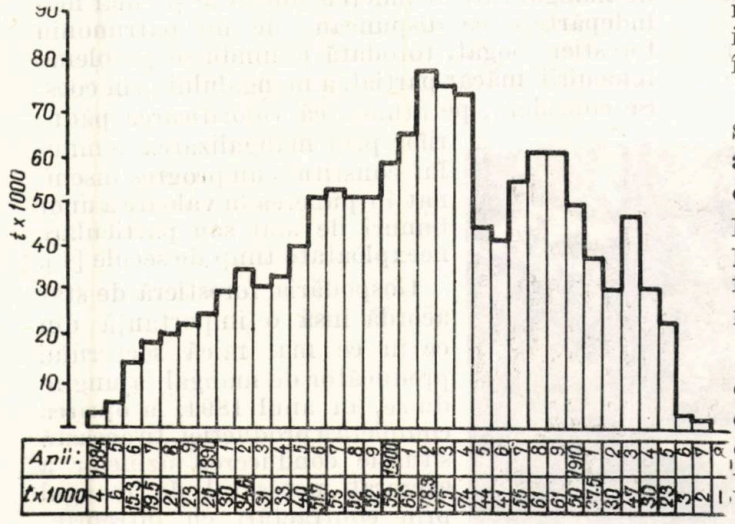


Fig. 2. Consumul de mangal al furnalelor Hunedoarei (inclusiv Govăjdie) în perioada 1884—1918).

Referindu-ne la anul 11905 — pentru care s-au găsit documente mai amănunţite din acest punct de vedere [1] — reiese că uzina avea 23 mari furnizori cu contract, ce acţionau în special în raza judeţului Hunedoara, însă şi în actualele judeţe Harghita, Caraş-Severin şi Cluj. În afară de aceştia 38 mici producători furnizau uzinei fără a avea contract, la un preţ convenit în prealabil. Cantitatea livrată în aceste condiţii însuma anual circa 500 000 hl. Dintre întreprinderile cu contract, cantităţile cele mai importante le livrau cele de la Orăştie şi Petros, menţionate mai sus, şi anume între 300 000 şi 360 000 hl/an fiecare.

În împrejurimile Hunedoarei, cea mai importantă producătoare de mangal a fost iniţial zona comunei Vadu-Dobrii. Exploatarea pădurilor din această zonă a început în anul 1882, iar în anul următor s-a pornit mangalizarea în bocşe.

Scoaterea de mangal era de 20 hl dintr-un stînjen de lemne (4,547 m³). Luînd de bază această cifră şi pentru a ilustra extraordinarul consum de lemn este suficient să se arate că pentru producerea a 3 100 000 hl mangal — producţia de vîrf realizată vreodată (1902) — a fost necesară mangalizarea a 155 000 stînjeni, respectiv a 704 785 m³ lemn.

Satul Vadu-Dobrii, ca urmare a creşterii cererii de braţe de muncă, s-a dezvoltat considerabil : pentru muncitorii nelocalnici s-a clădit o colonie muncitorească, iar în 1895, o şcoală pentru copiii angajaţilor, pe cheltuiala uzinei (fig. 3). Ca urmare a măsurilor menţionate, producţia de mangal la Vadul-Dobrii a crescut continuu, ajungînd în anul 1890 la un maxim

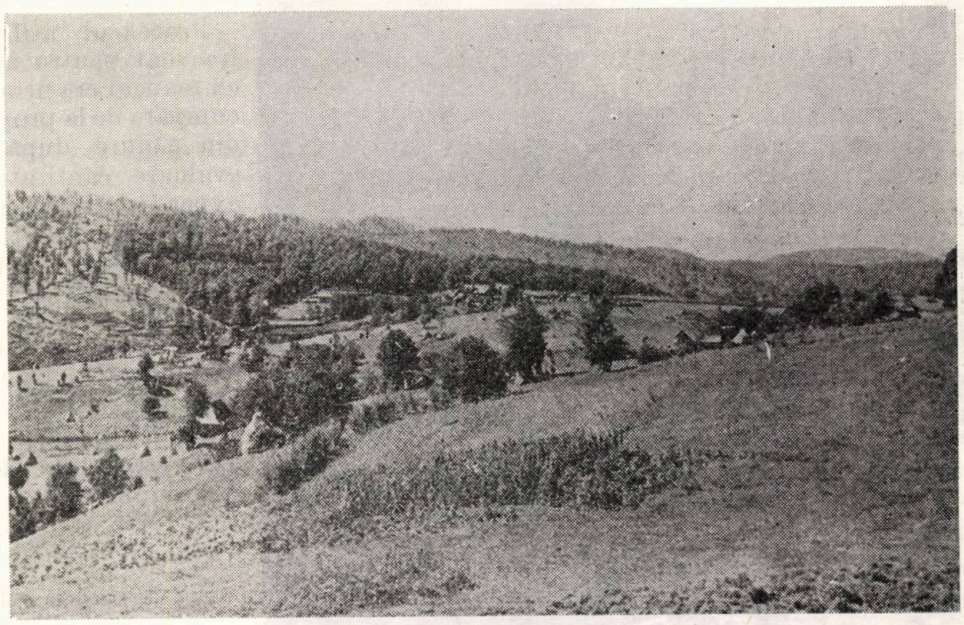


Fig. 3. Vedere parţială a comunei Vadu-Dobrii.

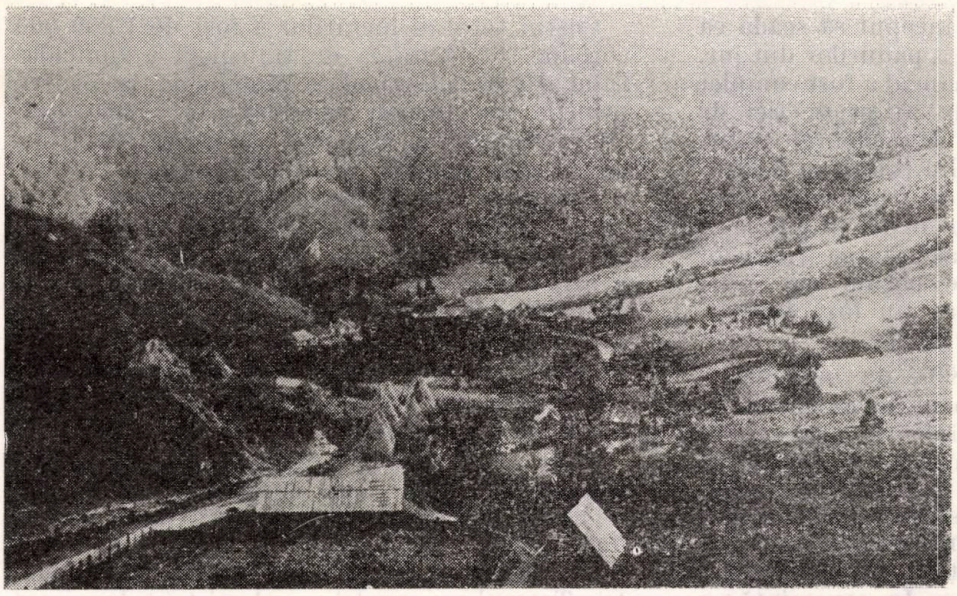


Fig. 4. Gura Bordului. În prim plan silozurile de mangal.

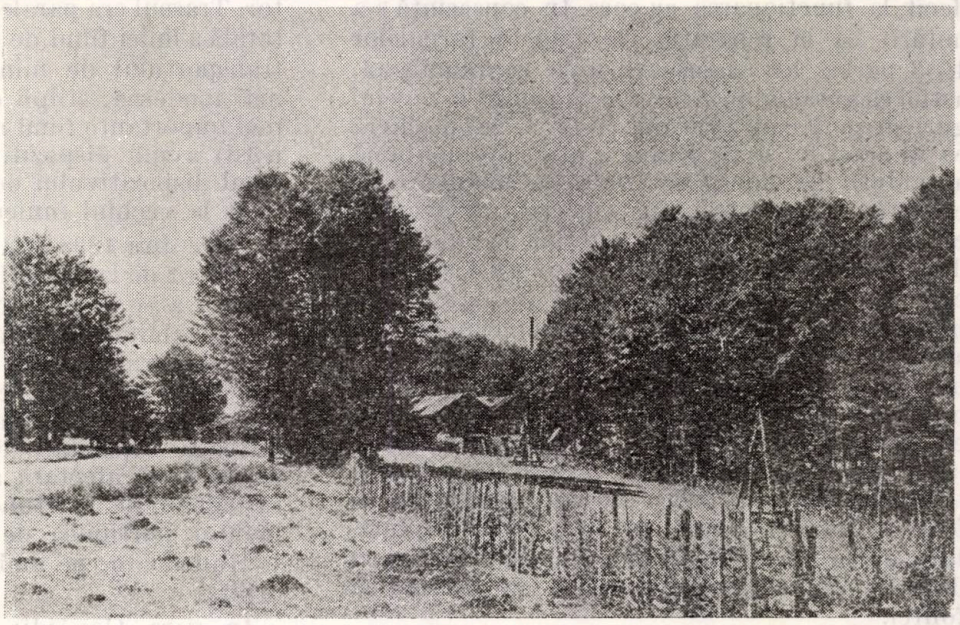


Fig. 5. Staţia motrice Gruni.

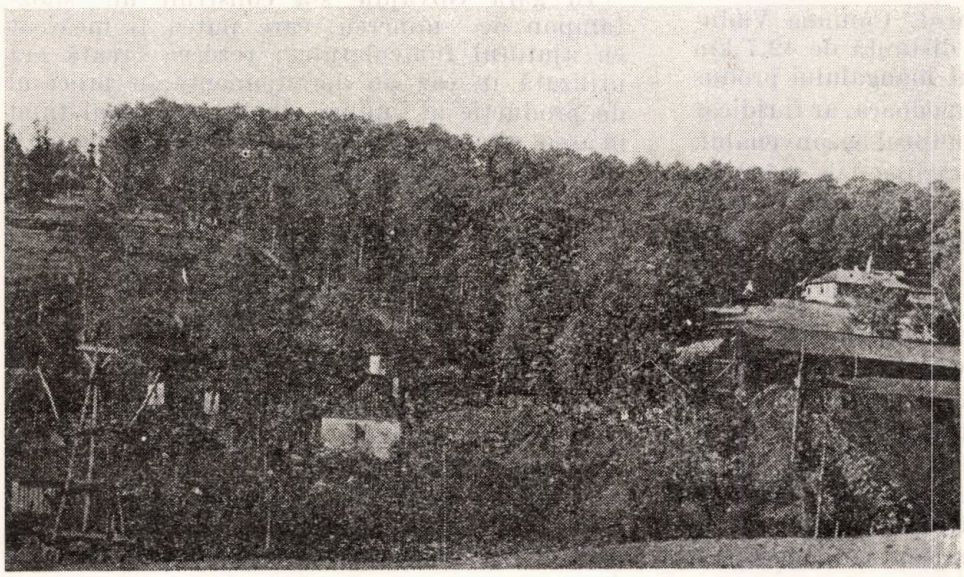


Fig. 6. Staţia de cuplare Vadu-Dobrii.

de 700 000 hl, după care a început să scadă ca urmare a epuizării treptate a pădurilor din jur. În anul 1904 producția de mangal a fost complet sistată, centrul de greutate al producției de mangal din împrejurimile Hunedoarei transferîndu-se la Gura Bordului (Comuna Lunca-Cernii). Pentru facilitarea transportului mangalului cu căruțele de la locul de producție la stația de funicular, prin asigurarea furajelor necesare cailor, o serie de pășuni din zona respectivă, propritate de stat, au fost transferate în proprietatea uzinelor de fier.

Încercările făcute în 1896, de înlocuire a mangalului cu cocs de Lupeni, nu au dat rezultate satisfăcătoare. În luna iulie 1898 s-a experimentat funcționarea cu mangal a furnalului nr. 4, proiectat pentru cocs. În mod surprinzător s-a ajuns la concluzia că se poate produce în bune condiții fontă cu mangal în furnalele de 18 m înălțime, la un preț de cost mai scăzut decît la funcționarea cu cocs. În consecință s-a hotărît ca la reparația capitală a furnalelor 1—3 partea lor superioară să fie supraînălțată, astfel ca gura lor de încărcare să ajungă la nivelul gurii de încărcare a furnalului nr. 4. Se consideră că în acest fel se va obține o utilizare mai bună a căldurii gazelor și se vor evita pierderile de căldură datorate, în special, flăcărilor ce se ridicau din gura furnalului în momentul deschiderii clopotului mare, totodată o simplificare a operațiunilor de încărcare, gurile de încărcare a celor patru furnale urmînd a fi situate la același nivel. Este interesant de menționat că în anul 1900, ca urmare a grevei minierilor din Silezia și Moravia, aprovizionarea cu cocs a furnalului nr. 4 nemaifiind posibilă, iar disponibilul de mangal nefiind suficient pentru alimentarea a patru furnale, producția de fontă în lunile martie și aprilie a scăzut la jumătate, generînd probleme deosebit de grele uzinei datorită amînării contractelor de livrare a fontei.

Transportul cu funicularul. Comuna Vadu-Dobrii, fiind așezată la o distanță de 42,7 km de Hunedoara, transportul mangalului produs aici, cu căruțele, pînă la Hunedoara, ar fi ridicat costul acestuia la un nivel cu totul neconvenabil. În consecință, o dată cu hotărîrea de a se începe construirea uzinei din Hunedoara s-a inițiat și construirea liniei de funicular Vadu-Dobrii--Ghelar-Hunedoara.

Construcția a început în anul 1882, terminîndu-se în primele zile ale lunii august, 1884, cînd s-au efectuat și lucrările de rodaj și recepție. Porțiunea Hunedoara-Ghelar a fost dată în exploatare la începutul anului 1884, astfel că mangalul necesar furnalului nr. 1, intrat în funcțiune la 12 iunie 1884 [2], în primele luni de funcționare se transporta cu căruțele pînă la Ghelar, iar de aici, cu funicularul la Hunedoara.

Costul total al lucrărilor a fost de 1 200 000 coroane. Capacitatea de transport a funicularului asigura necesarul de minereu de fier pentru primele trei furnale construite la Hunedoara, cît și aducerea la Hunedoara a întregii cantități de mangal produse la Vadu-Dobrii.

Porțiunea dintre Ghelar și Vadu-Dobrii era amenajată exclusiv pentru transportul de mangal, pe cînd cea dintre Ghelar și Hunedoara, pentru transport mixt atît de minereu, cît și de mangal. În sens invers se transportau cărbunii de Valea Jiului, necesari alimentării mașinilor cu aburi de la stația de antrenare a funicularului, materialele de construcții și de întreținere, alimentele și furajele.

Pentru a asigura necesarul de minereu pentru furnalul nr. 4, a cărui construire s-a hotărît în anul 1893, linia de funicular Ghelar-Hunedoara a fost dublată. Lucrările au început în anul 1894, terminîndu-se în luna iulie a anului următor. Traseul era paralel cu cel existent, lungimea totală a liniei fiind de 9,8 km. Destinat exclusiv transportului de minereu, era de construcție mai modernă, stîlpii de susținere în porțiunile mai importante fiind metalici, iar corfele (vagonetii) avînd dispozitiv de cuplare mecanic în locul dispozitivului de cuplare cu butoni practicat la vechiul funicular.

Între anii 1898 și 1899 linia de funicular s-a prelungit de la Vadu-Dobrii la Gura Bordului, pentru a se asigura transportul la Hunedoara a mangalului produs aici (fig. 4). În anul 1900 s-a construit linia de funicular Ghelar-Govăjdie (4,4 km), care asigura necesarul de minereu pentru furnalul de aici, în acest fel întreaga capacitate de transport a noii linii ferate fiind afectată alimentării cu minereu a furnalelor de la Hunedoara. Totodată s-a demontat porțiunea de funicular dintre Ghelar și Hunedoara, pe ambele porțiuni, nemaiavînd utilitate.

În gara Govăjdie s-a construit un siloz-tampon de minereu, care putea fi încărcat cu ajutorul funicularului; rezerva creată era utilizată în caz de deranjamente în procesul de producție al minei Ghelar, minereul fiind în asemenea cazuri încărcat din siloz în vagonetii căii ferate Ghelar-Hunedoara și transportat la Hunedoara,

În anul 1905 funicularul existent avea stația de pornire la Govăjdie, iar cea finală, la Gura Bordului, însumînd o lungime de 30 km. Forța motrică era asigurată de mașini cu aburi, alimentate cu cărbuni de Valea Jiului. Avea stații motrice la Muchea Mărului, Ruda, Bunila, Gruni și Vălar și stații de cuplare, respectiv de trecere, la Ghelar, Poenița-Voinii, Plai și Vadu-Dobrii (fig. 5 și 6).

Stația de funicular Govăjdie avea posibilitatea, cu ajutorul unui turn de ridicare, respectiv de coborîre, să preia mărfurile sosite

prin calea ferată la Govăjdie, şi să descarce materialele sosite, în special minereu de fier, în silozul de minereu existent. Vagoneţii de funicular (corfele) erau încărcaţi cu mărfurile sosite pe calea ferată şi ridicaţi, cu ajutorul dispozitivului turn, de la nivelul gării la nivelul staţiei de pornire a funicularului, respectiv cu ajutorul aceluiaşi dispozitiv ; cele cu minereu erau coborîte şi descărcate în silozuri. Dispozitivul funcţiona antrenat de forţa gravitaţională, corfele pline în coborîre antrenînd la nivelul superior pe cele goale. Funicularul era susţinut pe traseu de 309 piloni, amplasaţi parţial pe fundaţii, parţial de postamente de lemn, bine ancoraţi cu cabluri pentru prevenirea răsturnărilor de către vînt. În locurile cele mai abrupte, pe înălţimea numită Muchia Laptelui, deasupra Govăjdiei, pilonul era metalic ; în rest pilonii s-au construit din lemn de fag sau stejar. Distanţa dintre stîlpi era variabilă, în funcţie de relief, cea mai mică fiind de 12 m, iar înălţimea, de asemenea varia între 3,5 şi 26 m. Cablurile de susţinere se sprijineau pe suporţi din fontă turnată, grosimea lor fiind de 17 mm, pe partea pe care circulau vagoneţii încărcaţi, şi de 15 mm, pe partea pe care circulau vagoneţii goi, cu încărcătură redusă la întoarcere. Cablul tractor avea un diametru de 13 mm, exceptînd două porţiuni foarte abrupte (Govăjdie-Muchia Mărului şi Vălar-Gura Bordului) unde s-a montat cablul de 18 mm diametru. Cablurile utilizate erau de cea mai bună calitate, avînd o rezistenţă de rupere la tracţiune de 140—150 kgf/mm^2, pentru cablul de susţinere, şi de 170 — — 180 kgf/mm^2, pentru cablul de tracţiune.

Cuplarea corfelor se făcea cu ajutorul sistemului cu butoni, amplasaţi pe cablul de tracţiune din 90 în 90 de metri. Corfele erau confecţionate din tablă de fier, avînd o capacitate de circa 5 hl. Diferenţa de nivel între punctele extreme ale liniei de funicular era de 768 m.

În staţia de funicular Gura Bordului, mangalul adus cu căruţele era lăsat sub cerul liber timp de 24 h, pentru a se putea descoperi eventualele cuiburi de foc, apoi se introducea în silozul de mangal, din care, prin gurile de descărcare, ajungea, prin cădere liberă, în corfele de funicular. Sosit la Govăjdie, mangalul era descărcat fie pentru consum la furnal, în silozurile acestuia, fie în silozul de lîngă gară, de unde se încărca în vagoanele de cale ferată îngustă şi se transporta la Hunedoara. Cărbunii necesari acţionării maşinilor cu aburi ce acţionau staţiile de antrenare ale funicularului, proveniţi din Valea Jiului, erau transportaţi de la Hunedoara la Govăjdie pe calea ferată îngustă, iar de aici, cu ajutorul corfelor de funicular, la locurile de consum. În anul 1905 numărul muncitorilor care exploatau şi întreţineau linia de funicular era de 192.

Transportul pe calea ferată. Pentru transportul calcarului dolomitic necesar ca fondant furnalelor s-a construit, în anul 1884, o cale ferată îngustă, cu tracţiune hipo, lungă de 850 m şi ecartament de 0,760 m, care lega cariera aflată în apropierea uzinei cu curtea acesteia (fig. 7).

O dată cu hotărîrea de a se construi uzina la Hunedoara s-a decis şi legarea oraşului de reţeaua naţională de căi ferate, prin construirea unei linii ferate normale pînă la Simeria. Fondurile necesare au fost puse la dispoziţie de către uzină şi deşi exploatarea ei, după terminare, s-a făcut de MAV (căile ferate ale statului), linia ferată a rămas proprietatea uzinei.

Concomitent cu construirea căii ferate şi a gării de călători şi mărfuri s-a executat şi linia ferată dintre noua gară şi terenul de încărcare a furnalelor, cît şi drumul, transformat ulterior

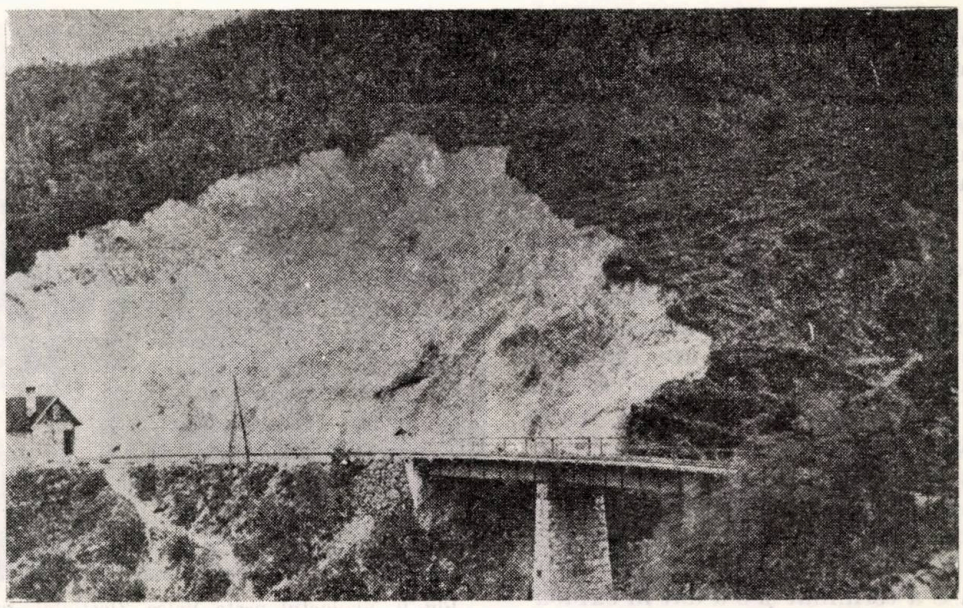


Fig. 7. Cariera de calcar dolomitic.

în stradă, ce lega orașul de noua gară și un pod peste rîul Cerna, permițînd accesul din drumul Devei în noua stradă a gării.

Construirea „Căii Ferate Ardelene Miniere" Hunedoara-Ghelar a început în luna martie a anului 1899, după ce în prealabil terenurile necesare au fost expropriate de către stat.

Calea ferată, în funcțiune și astăzi, pornind de la Hunedoara, traversează Valea Zlaștiului de unde, prin tunelul de la Cățănaș,pătrunde în Valea Govăjdiei, iar de aici, în Valea Retișoarei, aparținînd Ghelarului. Lungimea ei totală este de 16 km, ecartamentul de 760 mm, diferența de nivel maximă în cale deschisă, de 27 %, iar în stații, de 2,5 %. Cea mai mică rază de curbură este în cale deschisă de 50 m, iar în stații, de 40 m. Șinele din oțel aveau o greutate de 13,75 kg/m. Traversele erau amplasate la distanțe mici, astfel încît solicitarea lor la o greutate pe osie de 5 000 kgf să nu depășească 1 000 kgf/cm ^{2}. Existau, în afara stației de pornire (Hunedoara) și de sosire (Retișoara), două stații intermediare — Govăjdie și Nădrab și cîteva halte.

Gara din Hunedoara (fig. 8) era amplasată la un nivel cu 5,35 m superior terenului de încărcare a furnalelor; liniile gării s-au legat cu silozurile de minereu și cu prăjitoarele de pe terenul de încărcare a furnalelor. S-a creat, de asemenea, o legătură prin cale ferată cu silozurile de mangal. Pentru transbordarea minereului sosit pe calea ferată îngustă în vagoane de cale ferată normală s-a construit un siloz; la partea superioară veneau vagoanele de cale ferată îngustă, iar la nivelul inferior vagoanele de cale ferată normală se puteau încărca prin cădere liberă, din gurile de descărcare. Calea ferată străbătea o zonă deluroasă, deosebit de pitorească; trenul traversează trei tunele, dintre care cel mai lung are 740 m și numeroase lucrări de artă, dintre care cea mai impunătoare este viaductul de peste Valea Zlaștiului (fig. 9).

Capacitatea de transport proiectată era de 200 000 t minereu pe an, din care 180 000 de la Ghelar la Hunedoara și 20 000 la Govăjdie și de circa 9 000 t produse siderugice de la Govăjdie la Hunedoara. S-a terminat și s-a dat în exploatare la 29 septembrie 1900.

Probleme tehnico-economice. Prin terminarea furnalului nr. 5 uzinele din Hunedoara ating capacitatea lor maximă de producție, ce nu va fi depășită decît în anii socialismului.

Produsul principal al uzinelor era fonta brută obținută în marea ei majoritate din minereurile extrase în mina centrală Ghelar; minereurile din mina Mihail, cît și cele provenite din noile lucrări de exploatare de care s-a amintit [3] cum sînt galeriile Graensenstein, Wagner și Sucovăț, respectiv cele din Valea Caselor și Valea Vrănișoarei cît și din minele Gruniului și Sterminos erau păstrate ca rezervă.

În urma exploatării zonele mai puternic mineralizate din partea superioară a zăcămintelor s-au epuizat treptat, cantitățile extrase de siderită fiind în continuă creștere. Siderita se utiliza în furnale exclusiv după prăjire.

În figura 10 este redată producția de fontă brută a uzinelor din Hunedoara (inclusiv a furnalului din Govăjdie)în perioada 1884—1918, deci în perioada exploatării uzinelor de către statul burghez maghiar.

Producția maximă de fontă s-a realizat în anul 1913 și anume 87 200 t, producția peste 80 000 t realizîndu-se în anii 1899, 1903, 1904,

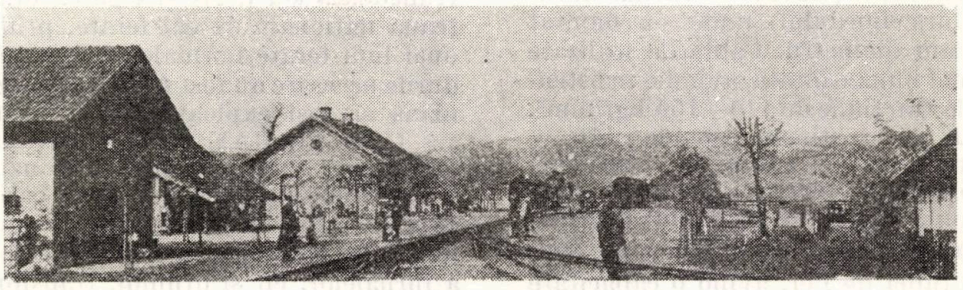


Fig. 8. Gara de Sus.

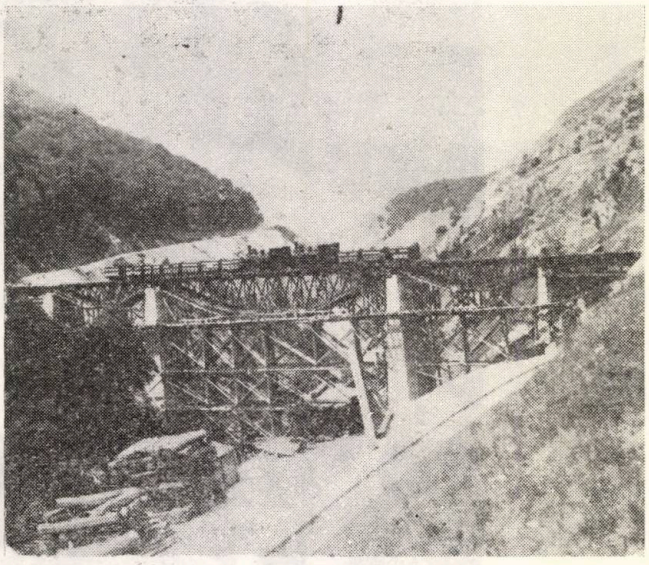


Fig. 9. Viaductul peste Valea Zlaștiului, în timpul încercărilor tehnologice.

1908, 1909, 1910, 1912, 1913, 1914, deci în perioada premergătoare primului război mondial, cînd uzina lucra din plin pentru furnizare de materii prime industriei de armament.

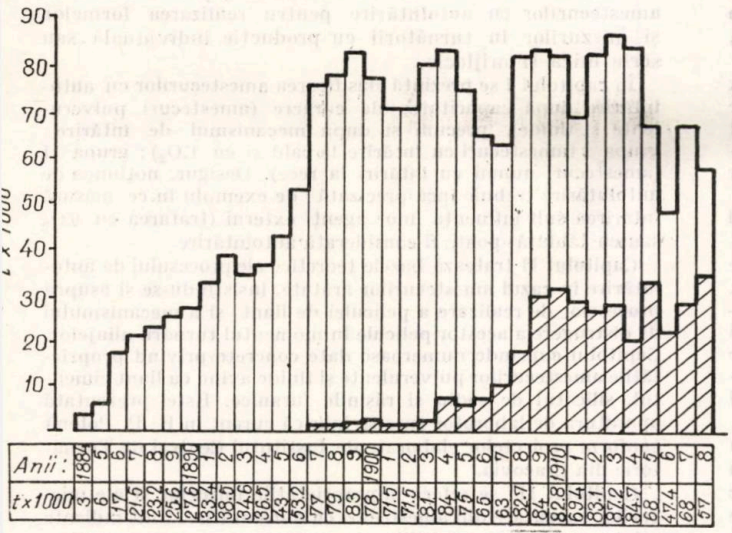


Fig. 10. Producţia de fontă brută a uzinei Hunedoara (1884 — 1918).

Ca anexe ale furnalelor, pentru necesităţi proprii de întreţinere, funcţionau o turnătorie de fontă şi una de bronz, un atelier mecanic şi o forjă. Energia electrică era utilizată iniţial numai pentru iluminatul halelor de producţie şi a clădirilor administrative, cu timpul extinzîndu-se şi pentru iluminatul public.

Iniţial se utiliza curent continuu, produs de un dinam GANZ ce debita la 50 ture/min curent de 110 V (200 A); era acţionat de o maşină cu aburi de fabricaţie HOCK. Ulterior cînd s-a extins iluminatul electric şi a început utilizarea curentului electric şi ca sursă de forţă, s-a trecut pe curent alternativ, cumpărîndu-se un generator de curent trifazic, care debita un curent de 330 V, 230 amperi, 42 perioade; era acţionat de o maşină cu aburi LANG de 175 H.P.

Pentru a se asigura energie electrică ieftină şi pentru scopuri tehnologice, între anii 1910 şi 1911 se construieşte hidrocentrala de la Cătănaş (Govăjdie), avînd 550 kVA. Necesităţile de energie electrică crescînd vertiginos, în anul 1914 se construieşte la Hunedoara o termocentrală de 1720 kVA.

Pentru valorificarea potenţialului uman al Govăjdiei, a cărei importanţă ca producător de fontă scade, în 1906 ia fiinţă aici atelierul de unelte agricole care şi-a desfăşurat activitatea timp de mai multe decenii, inclusiv în anii democraţiei populare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Latinàk Gy. *A vajdakunyadi m. Kir. Vasgyér és tardozékao.* (Uzina de fier regală maghiară din Hunedoara şi anexele ei). Bányászati és Kohaszati lapok, XXXIX, nr. 13, iulie, 1906, p. 25 — 27.

[2] Chindler N. şi Popa S. *Începuturile producţiei de fontă la Hunedoara (I).* Metalurgia, nr. 24, 1972, nr. 8, p. 562—565.

[3] Chindler N. şi Popa S. *Începuturile producţiei de fontă la Hunedoara (III).* Metalurgia, nr. 25, 1973, nr. 6, p. 357—362.

RECENZII

Anisovici G. A. şi Jmakin N. P. OHLAJDENIE OTILIVKI V KOMBINIROVANNOI FORME (Răcirea piesei turnate în forme combinate). Maşinostroenie, 1969, 132 pag., 57 fig., tabele, bibliografie

Autorii lucrării tratează un domeniu important şi complex al fabricării pieselor turnate şi anume acela al schimbului de căldură dintre aliajul turnat şi formă, domeniu studiat tot mai mult în ultimii ani şi care începe să se constituie ca disciplină de sine stătătoare cu denumirea „Termofizica proceselor de turnare".

Schimbul de căldură care se realizează între formă şi aliajul lichid sau în curs de solidificare şi apoi răcire în stare solidă influenţează, într-o mare măsură, structura şi proprietăţile (mecanice, tehnologice şi de exploatare) pieselor turnate. Dirijarea corectă a răcirii pieselor în formă constituie principalul mijloc de îmbunătăţire a calităţii pieselor turnate şi mărire a eficienţei economice în cazul fiecărui procedeu de turnare adoptat. Din păcate numărul factorilor care influenţează schimbul de căldură metal-formă este mare şi insuficient sau chiar de loc studiat.

Din acest motiv lucrările care se publică în acest domeniu sînt recepţionate cu mult interes de specialişti. În cazul cărţii recenzate interesul este cu atît mai mare, cu cît autorii fac parte din şcoala Prof. Veinik care, pe plan mondial, aduce cele mai mari contribuţii în lămurirea problemelor teoretice şi practice ale procesului de răcire a pieselor turnate.

În lucrare se analizează în principal modul de calcul al vitezei de răcire în forme combinate (constituite din mai multe tipuri de amestec sau din părţi metalice şi nemetalice). Se arată care sînt posibilităţile de reglare a vitezei de răcire în diferite zone ale pieselor turnate.

Cartea cuprinde două capitole. În capitolul I este tratat modul de calcul al duratei de menţinere a pieselor turnate în diferite tipuri de forme. Se calculează cîmpul de temperaturi şi variaţia temperaturii în peretele piesei şi al formei.

Este dat modul de determinare experimentală a cîmpului de temperatură.

În continuare sînt analizate : influenţa proprietăţilor termofizice ale amestecurilor asupra vitezei de răcire, rolul adaosurilor din amestecuri, al permeabilităţii nisipurilor, precum şi al gradului de îndesare.

Se stabileşte corelaţia dintre modul de răcire a pieselor în forme crude şi procesul de formare a defectelor de turnare.

Capitolul II se ocupă cu posibilităţile de reglare a vitezei de răcire în anumite zone ale pieselor turnate, prin folosirea formelor combinate şi anume : forme metalice cu suprafaţa de lucru căptuşită cu amestec de forme (forme coji) ; forme metalo-ceramice (din nisipuri şi particule metalice) ; răcitori exteriori ; părţi din formă răcite prin introducerea aerului comprimat (folosirea răcitorilor tubulari pentru circulaţia aerului) etc.

Pentru toate tipurile de forme combinate se calculează cîmpul de temperatură, se descrie influenţa părţii metalice a formei asupra schimbului de căldură.

În ultima parte se dau exemple de calcul şi date experimentale foarte utile pentru specialiştii care au sarcina de a proiecta tehnologii îmbunătăţite de turnare a pieselor din aliaje feroase şi neferoase.

Prof. dr. ing. L. Sofroni

Doc. Dr. Ing. Chudzikiewicz R. ODLEWANIE V FORMACH SAMOUTWARDZOLUY CH (Turnarea în forme din amestecuri cu autoîntărire). Wydawnictwa, Noukowo—Techniczne Varşovia, 176 pag., 105 fig., tabele, bibliografie

În lucrare sînt analizate bazele teoriei şi practicii folosirii amestecurilor cu autoîntărire pentru realizarea formelor şi miezurilor în turnătorii cu producţie individuală sau serie mică şi mijlocie.

În capitolul I se prezintă clasificarea amestecurilor cu autoîntărire după capacitatea de curgere (amestecuri pulverulente şi fluide), precum şi după mecanismul de întărire : grupa I (amestecuri cu întărire la cald şi cu CO_2) ; grupa II (amestecuri numai cu întăriri la rece). Desigur, noţiunea de autoîntărire trebuie încă precizată ; de exemplu în ce măsură întărirea sub influenţa unor agenţi externi (tratarea cu CO_2 sau cu căldură) poate fi considerată autoîntărire.

Capitolul II tratează bazele teoretice ale procesului de autoîntărire în cazul amestecurilor arătate, insistîndu-se şi asupra proceselor de realizare a peliculei de liant şi a mecanismului de distrugere a acestor pelicule în momentul turnării aliajelor. Capitolul cuprinde numeroase date concrete privind proprietăţile amestecurilor pulverulente şi fluide avînd ca liant cimentul, silicatul de sodiu şi răşinile furanice. Este prezentată aparatura de laborator care se fabrică curent în R. P. Polonă conform proiectelor elaborate de Institutul Central de Turnătorie din Cracovia.

Capitolul III se referă la proprietăţile formelor şi ale miezurilor executate din amestecuri cu autoîntărire. Sînt indicate reţete concrete, condiţiile de preparare a amestecurilor, metodele de încercare, vopselele care trebuie folosite, problema regenerării amestecurilor etc. Se arată influenţa materiilor prime (lianţi, adaosuri de spumare, de accelerare a procesului de întărire) asupra calităţii formelor şi miezurilor.

În capitolul IV sînt analizate condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească modelele şi cutiile de miez, executate din lemn, şi materiale sintetice, în cazul folosirii lor pentru executarea formelor şi miezurilor din amestecuri cu autoîntărire. De asemenea, sînt expuse principiile de execuţie a formelor şi miezurilor.

Capitolul V cuprinde exemple concrete de execuţie a formelor şi miezurilor : particularităţile utilajelor, durata de amestecare, modul de umplere a formelor şi cutiilor. Exemplele sînt luate din practica unor uzine din R. P. Polonă şi din alte ţări, ceea ce face ca ele să fie folosite pentru comparaţie.

În capitolul VI este analizată pe larg mecanizarea operaţiilor de preparare a amestecurilor cu autoîntărire şi anume cea privitoare la utilajele şi instalaţiile la uscare a nisipurilor, de amestecare, de transportare a lianţilor şi adaosurilor fluide, de regenerare a amestecurilor, mesele vibratoare folosite pentru îndesare etc. De menţionat că sînt prezentate cele mai noi şi productive utilaje folosite în prezent în staţiile de preparare a amestecurilor.

Aşa cum rezultă din expunerea pe scurt a cuprinsului, lucrarea este deosebit de interesantă prin actualitatea şi bogăţia de date pe care le cuprinde. De menţionat faptul că autorul nu omite, în analiza pe care o face, realizările obţinute în laboratoarele şi secţiile productive din principalele ţări care au preocupări în acest domeniu, inclusiv ţara noastră. Prelucrarea datelor din literatură este minuţios făcută, ceea ce permite cititorilor de specialitate să folosească lucrarea drept ghid.

Lucrarea poate fi recomandată specialiştilor din turnătorii, proiectanţilor şi cercetătorilor, precum şi studenţilor de la specialitatea „Turnarea metalelor" de la Facultatea de metalurgie a I. P. — Bucureşti.

Prof. dr. ing. L. Sofroni

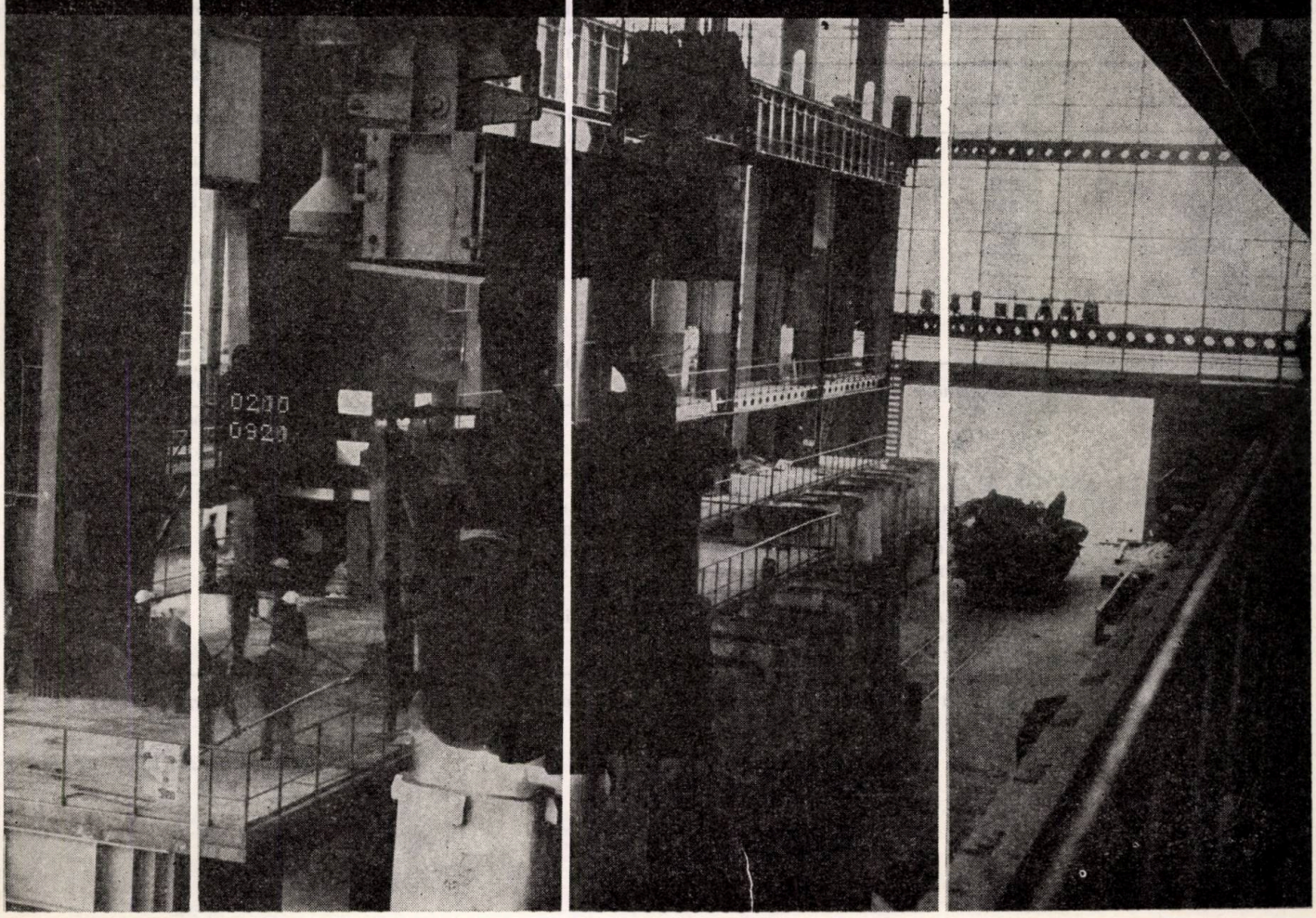
INTREPRINDEREA DE CONSTRUCȚII ȘI MONTAJE SIDERURGICE

GALAȚI

a realizat în ultimii doisprezece ani pentru C.S. Galați:

- furnale de 1 700 m³
- laminoare de tablă groasă și de benzi laminate la rece și la cald
- oțelării L.D. cu convertizoare de 150 t
- baterii de cocsificare de 330 000 t/an
- fabrici de aglomerare cu benzi de 156 m²
- fabrici de oxigen
- fabrici de blocuri dolomitice
- stații de transformare
- captări, aducțiuni și gospodării de apă
- silozuri și coșuri industriale glisate
- căi ferate
- drumuri
- instalații complexe de fluide termoenergetice
- instalații complete și complexe electrice și de automatizare
- consolidări de teren cu piloți forați, sistem Franky, din beton, prefabricați și pretensionați
- laboratoare siderurgice
- lucrări de interes general și edilitare

obiective la care a executat întreg ansamblu de lucrări de construcții, instalații, montaj și punere în funcțiune, folosind mijloace tehnice moderne de mare capacitate, exploatate de personal bine calificat, lucrări conduse și supravegheate de specialiști tehnicieni și ingineri experimentați.



INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

AFINAREA FONTEI: UN NOU PROCEDEU CU OXIGEN. Societățile franceze Creusot-Loire și Wendel-Sidélor au dezvoltat industrial, în colaborare cu Ets Sprunck (Moselle), un nou procedeu de elaborare a oțelului „LWS". Acest procedeu se bazează pe insuflarea de oxigen pur prin partea inferioară a unui convertizor, cu ajutorul unui număr redus de duze duble, în care oxigenul este introdus în centru, iar păcura, în partea periferică.

După numeroși ani de cercetare și de punere la punct, funcționarea în condiții industriale normale a debutat anul trecut la oțelăria de la Rombas (Wendel-Sidélor), la un convertizor de 30 t; o experiență analogă a fost efectuată la un convertizor de 20 t la Société des hauts fourneaux de La Chiers, care deține licența acestui procedeu; la ambele societăți s-a constatat că procedeul este operațional.

Partea inferioară a convertizorului, a cărei grosime este de 75—90 cm în stare nouă, poate rezista la peste 400 șarje. Viteza de uzură este foarte mică (între 1,1 și 1,6 mm/șarjă). Rezistența căptușelii este superioară celei a convertizorului Thomas. Aceste rezultate sînt obținute cu părți inferioare și căptușeli realizate dintr-un produs refractar ieftin, amestec de dolomită gudronată, curent la oțelăriile Thomas.

Procedeul „LWS" prezintă toate avantajele insuflării de oxigen pur, evitînd inconvenientele unei lance și ale dezechilibrului fizico-chimic între zgură și metal, care se produce în cursul insuflării de sus în jos.

Captarea și desprăfuirea gazelor arse, la fel ca în cazul lancelor, evită orice poluare atmosferică.

(*L'Usine Nouvelle, Franța, nr. 19, mai, 1973, p. 94*)

★

REDUCEREA CONTINUĂ A CONSUMULUI DE COCS LA TONA DE FONTĂ BRUTĂ, LA FURNALELE DIN CEE. Consumul de cocs la tona de fontă brută în furnal s-a redus în 1972, în țările CEE, cu mult sub nivelul prevăzut. Pentru 1973 experții prevăd continuarea reducerii prin darea în exploatare a unor noi utilaje de producție.

Consumul de cocs la tona de fontă brută în țările CEE, kg/t, se prezintă în tabela 1.

Tabela 1

Țara	1971	1972	1973 (prevederi)
Belgia	569	555	540
R. F. Germania	521	480	470
Franța	595	565	555
Italia	526	520	510
Luxemburg	683	655	650
Olanda	475	465	445
Marea Britanie	609	586	566
CEE	562	537	522

(*Komunikaty Techniquo-Ekonomique, Polonia, nr. 5, 1973, p. 7*)

★

PROCEDEUL ASV DE AFINARE SUB VID A OȚELURILOR INOXIDABILE. Procedeul ASV este utilizat în stadiu industrial la uzinele Creusot-Loire, la Firminy și la Imphy (Franța); încercările au început în 1972 însă aplicarea cu adevărat industrială datează din mai-iunie 1972; scopul procedeului este de a reduce cuptorul cu arc la rolul său de aparat de topire. Afinarea de către oxigen sub vid fiind realizată în afara cuptorului, utilizarea vidului permite reducerea considerabilă a oxidării cromului băii lichide și obținerea unor conținuturi foarte reduse de carbon, respectîndu-se temperaturi mult mai joase decît în cazul elaborării clasice.

Rezultă o economie importantă la șarjă și la cheltuielile de fabricație; în plus, obținerea, cu ajutorul acestui procedeu, a unui conținut redus de carbon, a permis suprimarea utilizării cuptorului de înaltă frecvență pentru acest tip de produs, deci și o îmbunătățire a prețului de cost.

Din luna ianuarie 1973 problema desulfurării intense a băii lichide a fost și ea rezolvată. Procedeul ASV se aplică la toate oțelurile inoxidabile cu conținut mediu, redus sau foarte redus de carbon.

(*L'Usine Nouvelle, Franța, nr. 19, mai, 1973, p. 94*)

★

AFINAREA OȚELULUI CU VAPORI DE APĂ. Întreprinderea siderurgică suedeză Uddelholm a pus la punct un procedeu de afinare a oțelurilor inoxidabile ce constă din decarburarea aliajului într-un convertizor sub vid, utilizînd vapori de apă în loc de argon, în calitate de component al gazelor insuflate prin ajutaje în partea inferioară a aparatului.

Prețul de cost al operației este sensibil redus din trei motive: datorită vaporilor de apă ce se disociază în hidrogen și oxigen este posibilă utilizarea șarjelor cu conținut ridicat de carbon și siliciu; în plus, transformarea lor în oțel poate fi efectuată la temperatură joasă și fără pierdere de crom; vaporii de apă costă mai puțin decît argonul. Au fost efectuate experiențe concludente la un convertizor de 6 t și în prezent vor fi întreprinse încercări industriale la un convertizor de 70 t.

(*Fondeur d'Aujourd'hui, Franța, nr. 242, aprilie, 1973, p. 3*)

★

APARAT PENTRU COMPARAREA CALITĂȚILOR DE OȚEL. Societatea franceză Sétarane a pus la punct un aparat pentru compararea calităților de oțel cu ajutorul metodei diferențelor electromagnetice, model super Magnétri SM 149. Concepția robustă a acestui aparat face posibilă utilizarea lui în cele mai severe condiții de exploatare, în special la trierea automată în atelierele de producție de serie. Acest aparat este bazat pe principiul variației permeabilității magnetice, datorată variațiilor slabe de compoziție chimică sau de proprietăți metalurgice și funcționează în raport cu un eșantion de referință.

Intensitatea curentului primar poate varia de la 1 la 0,1 A, frecvența de analiză, de la 1 la 49 Hz. Atenuarea este reglabilă continuu de la 1/1 la 1/128. Comparatorul de zero permite reglarea fazei de la — 180 la + 180°; amplitudinea este reglabilă datorită unui potențiometru de 10 turații; compararea se efectuează pe un ecran de osciloscop.

(*Mesures ,Regulation, Automatisme, Franța, vol. 38, nr. 5, mai, 1973, p. 113*)

★

PRODUCȚIA SIDERURGICĂ A U.R.S.S. STATISTICI ALE BIROULUI CENTRAL SOVIETIC

Producția	1000 t	
	1971	1972
Cărbune	641 000	655 000
din care cocsificabil	169 000	170 000
Minereu de fier	203 000	208 000
Fontă	89 300	92 300
Oțel brut	121 000	126 000
Laminate	95 000	99 400
Țevi	13 400	13 800

(*Journal du Four Eléctrique, Franța, nr. 5, mai, 1973, p. 115*)

64,4 MIL. T OȚEL ÎN 1972: PRODUCȚIA CELOR 10 CELE MAI MARI UZINE SOVIETICE

	1970	1972, mil.t	Previziuni pentru 1973
Magnitogorsk	12,3	13,5	14,5
Krivoi-Rog	8,8	10,1	10,8
Jdanov	6,6	6,8	7,1
Nijnii-Taghil	6,1	6,3	6,4
Cerepoveț	5,5	6,0	6,3
Celiabinsk	4,8	5,6	6,2
Kuzneţk	4,5	4,6	4,6
Zaporojstal	4,3	4,4	4,7
Karaganda	2,1	3,9	4,6
Zapadnosibirsk	2,4	3,2	3,4

Pentru 1973 producția de oțel prevăzută la aceste combinate este de 68,6 mil. t, cu 6,5 % mai mult decît în 1972.

În 1972 Uniunea Sovietică a produs 126 mil. t oțel, din care 21 % în convertizoare cu oxigen (în 1970, 17 %). Se apreciază că în 1975 producția de oțel va fi de 146 mil. t, deci cu 30 mil. t mai mult decît în 1970. În perioada 1951—1971, creșterea medie a producției în U. R. S. S. a fost de 4, 4 % anual.

(*Komunikaty Technicnzo-Ekonomiczne, Polonia, VIII, nr. 5, mai, 1973, p. 11*)

★

PRODUCȚIA SIDERURGICĂ A MARII BRITANII. Producția britanică de oțel brut în 1972 a fost de 25, 316 Mt față de 24 174 t în 1971, din care 22,864 Mt provenind de la BSC (British Steel Corp.).

Repartizarea pe procedee de fabricație a fost următoarea în cursul ultimilor ani :

Producții		mii t		
		1970	1971	1972*
Oțel Martin	1000	13 374	10 178	9 050
Oțel de convertizor	1000	8 756	9 007	11 300
Oțel electric	1000	5 518	4 365	4 700
Oțel Thomas	1000	667	624	266

* Cifre provizorii.

Journal du Four Eléctrique, Franța, nr. 5, mai, 1973, p. 115)

★

PRODUCȚIA METALURGICĂ ȘI INVESTIȚIILE POLONIEI ÎN 1972. Rezultatele industriei metalurgice a Poloniei au fost următoarele : oțel brut — 13,5 mil. t ; produse laminate — 9,2 mil. t ; țevi din oțel —209,3 mii km ; cupru electrolitic — 131,4 mii t.

Din rîndul obiectivelor deosebit de importante pentru dezvoltarea economiei naționale, în 1972 au fost date în exploatare :

— bateriile de cocs de la Huta Lenin și Huta Bierut din Czestochowa ;

— noile obiective ce încheie ciclul de investiții de la minele de cupru din Lublin și Polkowice ;

— s-a încheiat prima etapă de construire a uzinei de cupru de la Glogow ;

— laminorul de tablă de la Huta Aluminium din Konino, laminorul de tablă groasă de la Huta Bierut și turnătoria de la Huta Nowotka.

(*Wiadomosci Hutnicze, Polonia, XXIX, nr. 4, aprilie 1973, p. 138*)

★

PARTICIPAREA FRANCEZĂ LA CONSTRUIREA UNEI UZINE PENTRU PRODUCȚIA DE TABLĂ CU GRĂUNȚI ORIENTAȚI, ÎN POLONIA. În scopul de a întreprinde fabricarea de table magnetice cu siliciu, necesare pentru dezvoltarea ei industrială, Polonia a încredințat, prin intermediul Centrozap (Întreprindere de comerț exterior), realizarea unui ansamblu de echipamente, în valoare de circa 140 mil. F., unui grup de firme franceze : Dujardin-Montbard-Somenor (D. M. S.), filială a societății Vallourec Heurtey și Joumont-Schneider. Acest ansamb'u va fi amplasat la combinatul siderurgic Huter Lenin, Cracovia. Producția anuală va fi de ordinul a 70 mii t.

Societatea Dujardin-Montbard-Somenor va realiza partea mecanică a echipamentelor. Societatea Heurtey va furniza toate echipamentele termice : 8 cuptoare continue, din care unul cu o lungime de 225 m, și stațiile de producere a gazelor, pentru alimentarea cu atmosferă controlată a acestor cuptoare. Heurtey va livra și patru celule de cuptoare adînci de 120 t capacitate și un cuptor cu propulsie de 120 t/h, destinat instalațiilor de laminare la cald.

Joumont-Schneider va furniza materialul electric, adică motoarele cu aparatajul și reglarea necesară, precum și redresoare speciale de joasă tensiune. Ansamblul cuprinde peste 1 000 motoare ; puterea instalată este de ordinul 7 000 kW.

(*Revue de Métallurgie, Franța, nr. 4, aprilie, 1973, p. 91—E*)

★

ACORD IRANO-SOVIETIC PENTRU EXTINDEREA UZINEI DE LA ISPAHAN. Între guvernele iranian și sovietic a fost semnat un acord suplimentar pentru extinderea uzinei de la Ispahan.

În baza acestui acord, Uniunea Sovietică va deschide Iranului un credit de 14 mil. ruble, care va permite mărirea capacității de producție actuale a oțelăriei, într-o primă fază la 1 900 mii t, iar în a doua fază, la 4 mil. t.

În prezent oțelăria de la Ispahan are o capacitate de producție de 500 mii t anual, care va putea fi ridicată rapid la 750 mii t.

Rambursarea datoriei contractate de Iran față de U. R.S.S. pentru această construcție este asigurată de livrări de gaze naturale provenind din zona Agha Djani și dirijate către frontiera sovietică de la Astara prin gazoductul transiranian, pe coasta Mării Caspice.

(*Revue de Métallurgie, Franța, nr. 4, aprilie, 1973, p. 102—E*)

★

REPUBLICA FEDERALĂ GERMANIA—CONSUM RECORD DE FIER VECHI ÎN 1972. Negocianții vestgermani au vîndut 10,68 mil. t fier vechi indigen în 1972, ceea ce reprezintă o creștere de 1,02 mil. t (+10,5 %) față de 1971. Cantitatea din 1972 a fost cu 2,5 % superioară cantității record din 1970 (10,42 mil. t).

Achizițiile turnătoriilor s-au ridicat doar la 1,89 mil. t (—4,3 %) însă cele ale uzinelor siderurgice au atins 8,04 mil.t (+21,2 %). Cerințele crescînde ale uzinelor siderurgice s-au reflectat și în importuri, care au atins 1 187 mii t (+22,5 %), în timp ce importurile s-au situat la 1 939 mii t (—4,6 %). Este de notat că exporturile cu destinația Italia s-au ridicat doar la 1,56 mil. t (— 11 %), în timp ce cele către țările terțe au fost de 133 mii t, în mare creștere față de 1971.

La sfîrșitul anului 1972 prețurile au fost mai ridicate cu circa 20 DM/t față de cele de la începutul anului respectiv, iar noi creșteri, ajungînd pînă la 40 DM/t, au intervenit în cursul primelor luni ale lui 1973.

Cu toate acestea, tendința prețurilor pare să fie din nou în scădere atît din motive sezoniere, cît și ca urmare a recentei intrări în funcțiune a furnalului de 10 mii t/zi de la Thyssen, ceea ce a dus această societate la o reducere considerabilă a achizițiilor de fier vechi. În schimb alte uzine siderurgice vestgermane continuă, ca în 1972, să obțină într-un consum ridicat de fier vechi la tonă o compensare a micșorării investițiilor de dezvoltare din ultimii doi ani.

(*L'Usine Nouvelle, Franța, nr. 19, mai, 1973, p. 44*)

★

UN NOU PROCEDEU DE EXPLOATARE A NICHELULUI. Societatea americană Republic Steel Corp. a anunţat punerea la punct a unui nou procedeu de extracţie a nichelului pe bază de minereuri de oxid şi de silicat şi de concentrate de sulfuri cu conţinut redus. Noul procedeu va fi acordat pe bază de licenţă producătorilor de nichel şi prevede recuperarea a 92 %nichel faţă de 70—90 % prin utilizarea procedeelor actuale.

Procedeul Republic este aplicabil la o gamă mai mare de minereuri decît procedeele actuale şi oferă un preţ de cost comparabil sau inferior, conform caracteristicilor minereului utilizat.

(*Revue de Métallurgie, Franţa, nr. 4, aprilie, 1973, p. 102—E*)

★

PRODUCŢIA DE ALUMINIU A JAPONIEI ÎN 1972. Producţia japoneză de aluminiu în 1972 a fost de 1 009 134 t, adică cu 13,7 % mai mult decît în 1971, iar livrările au atins 1 008 885 t (+ 21,2 %), repartizate astfel :

Nippon Light Metal	272 503 t
Sumitomo Chemical	241 170 t
Mitsubishi Chemical	212 719 t
Showa Denko K. K.	212 451 t
Mitsui Aluminium Industry	71 221 t

(*Journal du Four Eléctrique, Franţa, nr. 5, mai, 1973, p. 115*)

REVISTA „METALURGIA" FACE SCHIMB CU 49 REVISTE STRĂINE

ANGLIA

1. BCIRA Abstracts of Foundry Literature — Britisch Cast Iron Research Association, Alvechurch, Birmingham, B 48 7 QB
2. Metallurgia and Metal Forming — Ed. Fuel and Metallurgical Journals Ltd. John Adam House, 17—19 John Adam Street, Adelphi, London, WC2N 6JH

AUSTRIA

3. Giesserei Rundschau — 1010 Wien I, Ebendorferstrasse 10
4. Planseeberichte für Pulvermetallurgie — Ostereichisch-Amerikanische Magnesit AK 9545 — Radentheim, Körnter
5. Radex Rundschau

R. P. BULGARIA

6. Metalurghia — Sofia-Ţentr. ul. Triadiza 2, pos. Kutiia 606

R. S. CEHOSLOVACA

7. Hutnik — Nakladatelstvi Technické Literatury, Spálená 51, Praha I
8. Uutniké listy — Nakladatelstvi Technické Literatury Námésti Rudé armády 15, Brno
9. Hutnické actuality — Nakladatelstvi Technické Literatury Námésti Rudé armády 15, Brno
10. Slévarénstvi — Nakladatelstvi Technické Literatury Námésti Rudé armády 15, Brno
11. Zváranie

ELVEŢIA

12. Cuivre, laitons, alliages — Edition Techniques des Industries de la Fonderie 12, Avenue Raphaël, Paris 16e,

FRANŢA

13. Fonderie — 35, Boul. de Sébastopol, Paris 1er.
14. Sofresid — Traitement thermique 254, rue de Vangirard, Paris 15e
15. Traitement thermique

R. D. GERMANĂ

16. Giessereitecknik — Grundstoffindustrie, Karl Heinestrasse 27, Leipzig 7031
17. Neue Hütte — Grundstoffindustrie Karl Heinerstrasse 27, Leipzig 7031
18. Informatik — Z.I.M. Zentralinstitut der Metallurgie 102, Berlin, Karl Liebknecht str. 34

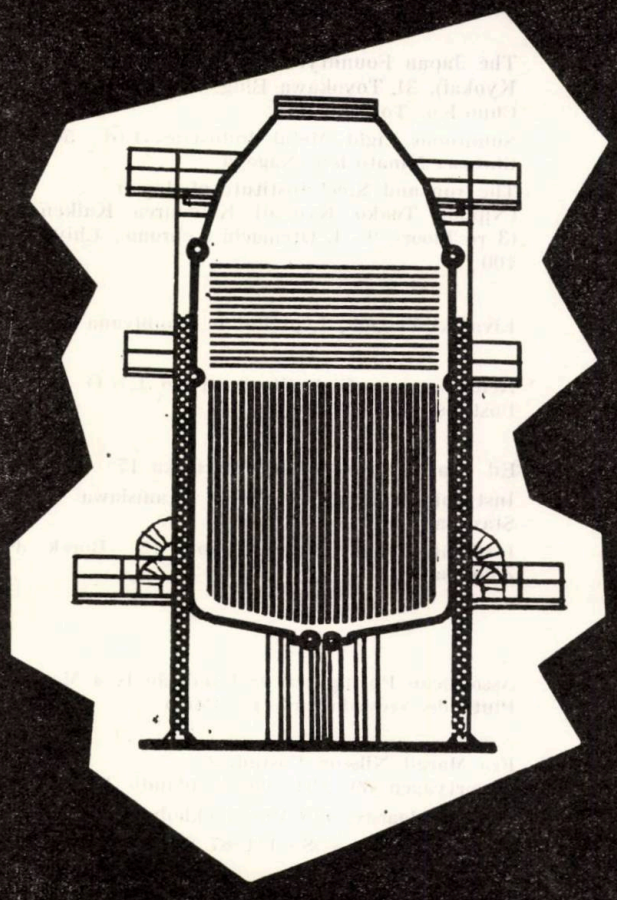
R. F. GERMANIA

19. Giesserei Erfahrungsaustausch — Fachverlag M. Schied 6805 Heddesheim/ Manheim Postfach 8
20. Hoesch Berichte — Hoesch A.G. -Arbeitskreos Forschung und Entwicklung, 46 Dortmund, Eberhardstrasse 12
21. Metallgesellschaft — Verein Deutscher Giessereifachleute, 4, Düsseldorf, Sohnstrasse 70
22. Praktische Metallographie — Dr. Rieder-Verlag GmbH D-7000 Stuttgart 1, Johannessrt. 60, Postfach 447
23. Stahl und Eisen — Schriftleitung Stahleisen 4 Düsseldorf 1, Postfach 8209
24. Thyssen Forschung — Thyssen-Hütte AG, Duisburg-Haniborn, Postfach 67

ITALIA

25. L'acciaie inossidabile — Avesta sp.a. Acciai Inossidabili viale Lancetti 36, Milano
26. Fonderia italiana — Associazone Italiana di Metalurgia Piazzale Rodolfo Moran di 2,20121 Milano

27. Finsider	Via Ciro Menolte 5, Roma
28. Trattamenti dei metalli	Ed. Trattamenti dei metalli, Via Milano, 26010 – Bagnolo Cremasco (Cremona)
JAPONIA	
29. Imono	The Japan Foundrymen's Society (The Nippon Imono Kyokai), 31 Toyokawa Bldg. nr. 12–13, Ghinza 8-Chome, Chuo-Ku, Tokyo
30. Sumitomo Light Metal Technical Report	Sumitomo Light Metal Industries Ltd., 500, Ro-no-wary Chitose, Minato Ku, Nagoya
31. Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan	The Iron and Steel Institute of Japan (Nippon Tekko Kyokai) Keidanren Kaiken (3 rd Floor), 9–4, Otemachi 1-chrome, Chiyoda-Ku, Tokyo 100
R. S. F. IUGOSLAVIA	
32 Livarski vestnik	Livarski Vestnik, Lepi Pot 6, Lyublyana
OLANDA	
33. De Gieterey	Ned. Ver. van Gieterijtechnici c/o T.N O. Postbus 342, Apeldoorn
R. P. POLONĂ	
34. Hutnik	Ed Slask, Katowice, Ul. Mariacka 17
35. Prace Instytutow Hutniczych	Instytut Metalurgii Zelaza im Stanislawa Staszica, Katowice
36. Przeglad Odlewnictwa	Instytut Odlewnictwa, Krakow 12, Borek Falecki, ul. Zakopianska 73
37. Informacja Ekspresowa	
PORTUGALIA	
38. Fundição	Associação Portuguesa de Fundição Rua Manuel Pinto de Azevedo, nr. 419, Porto
SUEDIA	
39. Gjuteriet	Fru Margit Nilsson Postadruss : Hjvortvägen 39, 194–00, Upplandb Väsby, Stockholm
40. Jernkontorets Annaler	Kungsträdgardsgatan 10, Stockholm C.
41. Scandinavian Journal of Metallurgy	P.O. BOX 1721 – S–111 87 Stockholm
U.R.S.S.	
42. Liteinoe proizvodstvo	Izd. Maşinostreoenie, Redakţiia jurnalo, Liteinoe porizvod. I–110, G S P, Prospekt Mira, 106, Moskwa
43. Metallurg	Izd. Metallurghiia, Redakţiia jurnalo, „Metallurg" 119034, Moskwa, G 34, 2-i, Obidenskii per. 14
44. Metallovedenie o termiceskaia obrabotka metallov	Izd.. Maşinostroenie Redakţiia jurnalo Metallovedenie i termiceskaia obrabotka metallov, 129836, Moskwa, G S P-110, Prospekt Mira, 106
45. Ogneuporî	Izd. Metallurghiia, Redakţiia jurnale „Ogneuporî" Moskwa, G-34, 2-i Obidenskii per. 14
47. Stal	Izd. Metallurghiia, Redakţiia, jurnalo „Stal" 119034, Moskwa, G-34, 2-i Obidenski per. 14
S.U.A.	
47. Metal Progress	American Society for Metals Metals Park, Ohio 44073
48. Metallurgical Transactions	The Metallurgical Society of AIME, 345 East 47th, Street, New York, N H 10017
R. P. UNGARĂ	
49. Informatika	K G M-Müszaki Tudományos Tájékoztaló Intézete, Budapest, V. Arany JU. 24
50. Korrozios figyelö	NIMDOK – Nehézipari Ministerium Dokumentácios es Fordito Iroda, Budapest, VI, Munkacsy Mihaly U. 16



Cazan de aburi tip PTVM - 180

destinat folosirii în centralele electrice de termoficare, la agregate de termoficare cu putere de 100 MW, pentru acoperirea vîrfurilor de sarcină termice.

CARACTERISTICI TEHNICE

Debitul termic	180 Gcal/h
Presiunea de lucru	25 kgf/cm^2
Presiunea apei la ieşirea din cazan	8 kgf/cm^2
Temperatura apei :	
— la intrare	104°C
— la ieşire	150°C
Randamentul brut al cazanului la sarcină nominală în cazul funcţionării:	
— cu păcură	87,3%
— cu gaz	88,8%

Cazanul, de construcţie verticală, de tip acvatubular cu flacără directă este dotat cu arzătoare pentru gaz—păcură şi ventilatoare de aer acţionate cu motoare electrice individuale.

Cazanul este echipat cu toate dispozitivele auxiliare necesare funcţionării ireproşabile şi se livrează în blocuri unitare, în subansamble şi piese uşor transportabile.

Înzestrat cu dispozitive automatizate, electronice, cazanul este prevăzut totodată şi cu comenzi manuale în stare să asigure o funcţionare stabilă şi sigură, în cele mai variate regimuri de lucru, cu un minim de personal de deservire.

La cererea beneficiarului, întreprinderea producătoare **ENERGOMACHEXPORT** asigură asistenţă tehnică de înaltă calificare atît la montarea cazanului cît, şi la punerea sa finală în funcţiune şi totodată contribuie la pregătirea profesională a personalului de exploatare la locul de muncă, în ţara importatoare sau în Uniunea Sovietică.

ENERGOMACHEXPORT

Exportator **V/O „ENERGOMACHEXPORT" Moscova V—330, U.R.S.S.**
Str. Mosfilmovskaia nr. 35 Telex 7565

PUBLICOM

Butnariu L., p. 681—682 CD 338.011.669.1.013.5 (498)

La dynamique des indicateurs qualitatifs à l'Entreprise métallurgique — Jassy

On présente les mesures qui ont été prises à l'Entreprise métallurgique — Jassy en vue d'obtenir certains indicateurs techniques et économiques de plus en plus élevés. Ainsi, la production globale s'est accrue de 3,3 fois en 1972 en comparaison avec l'année 1965, cet accroissement de la production étant du à l'accroissement de la productivité du travail (75 %) et en plus petite mesure à l'accroissement du nombre des salariés (25 %).

Ungureanu T., Câmpeanu C., Sain S. et Toma P,. p. 686—688 CD 621.774 :51.001.57 (498)

Aspects concernant l'établissement d'un modèle mathématique optimum destiné à programmer la fabrication à l'Entreprise métallurgique — Jassy

On a conçu un modèle mathématique destiné à programmer la fabrication de tubes, en tenant compte du programme de la production, des capacités d'usinage des outillages, de la répartition dans le temps de la fabrication etc., le critère devant être optimisé étant celui du chargement optimum des outillages.

Le modèle mathématique résulté représente une programmation linéaire à conditions logiques qui peut être solutionnée à l'aide d'un calculateur électronique de capacité moyenne.

Belzo O., Făclieru M., Sain S. et Teodoriu A.E., p. 689—691 CD 621.774.21: 621.771.07.073.8 (498)

Aspects concernant le calibrage des cylindres de moulage lors de la fabrication des tubes soudés dans le sens longitudinal

L'ouvrage comprend une méthodologie pour le calcul du calibrage des cylindres horizontaux et verticaux de la partie de moulage d'un laminoir de tubes soudés dans le sens longitudinal.

La méthologie de calcul se réfère au type de moulage à deux rayons (le rayon de la portion centrale plus grand) utilisé plus couramment dans les installations modernes destinées à la fabrication des tubes soudés dans le sens longitudinal.

Brănişteanu V., Belzo O., Făclieru M. et Acker C., p. 692—698 CD 669:338,063,5,51,003,1(498)

Aspects et contributions concernant l'application concrète de la méthode ELECTRE à la détermination de l'emplacement optimum d'une entreprise dans le cadre du Ministère de l'Industrie Métallurgique

On présente un exemple de détermination de l'emplacement optimum d'une entreprise se rapportant à l'accroissement de la production de tubes soudés, en appliquant la méthode ELECTRE qui est basée sur la théorie des graphes et qui permet de déterminer, par voie strictement mathématique, le choix de la variante optima.

Teodoriu A.E. et Berescu T., p. 699—700 CD 669—42 :621.7.016.3

Le stade actuel et les perspectives de la production de profils modulés à froid à l'Entreprise métallurgiques — Jassy

En 1966, les profils modulés à froid, à partir de la bande d'acier, par le procédé de profilage continu, ont été produits pour la première fois dans notre pays, par l' Entreprise métallurgique — Jassy.

À partir de l'année 1966 et jusqu'à présent, la production de ces profils s'est continuellement développée, étant marquée par son niveau qualitatif, ainsi que par la diversité des assortiments. On a installé de nouveaux outillages pour le profilage à froid et on prévoit de même l'accroissement du nombre des outillages.

On expose dans l'ouvrage certains aspects et des tendances concernant le stade actuel de la fabrication des profils moulés à froid , ainsi que le stade des perspectives de développement à l'avenir à l'Entreprise métallurgique — Jassy.

Ţocu P., Hătărăscu Ov. et Pilly N., p. 701—705 CD 669.162.1 :622.785

Recherches concernant l'utilisation dans le fourneau des minérais pre-réduits

Au fourneau no. 2 de l'Usine „Victoria" — Călan on a utilisé dans la charge du minérais India pre-réduit, ayant un degré réduit de mérallisation de 27,35 %. En remplaçant le minérais hématitique India par du minérais pre-réduit (éponge de fer), qui fournit un apport de fer de 30 %, du total nécessaire dans la charge, on a obtenu une réduction de la consommation spécifique de coke et un accroissement de la production de fonte comparables aux résultats obtenus dans d'autres pays lors des expérimentations similaires effectuées avec des matériaux ayant des degrés de métallisation plus élevés (34 — 92 %).

Sălcudean Martha, Costescu M. et Ardeleanu V., p. 706—708 CD 621,412:621 746.464

En ce qui concerne le bilan thèrmique de la masselotte d'un lingot de 25 t

On présente le bilan thermique d'un lingot en acier calmé, de 25 tonnes, réalisé selon une méthode mathématique partant du modèle mathématique tridimensionnel du lingot. On calcule les valeurs des différents termes de pertes de chaleur et la quantité de chaleur contenue dans la masselotte à différents moments. La réalisation du bilan a comme but l'optimisation des conditions de fonctionnement de la masselotte.

Trandafirescu M., p. 709—712 CD 658.2 :624.043

La détermination des dimensions technologiques des outillages du type tambour rotatif

On présente la méthode d'établissement des relations entre les dimensions technologiques des outillages du type tambour rotatif, ainsi que les relations simplifiées, en donnant des arguments concernant la valabilité de ces simplifications dans les conditions de l'exploitation industrielle.

L'application de ces relations permet d'établir les principales dimensions de ce type d'outillages, ou bien de vérifier la capacité de certains outillages existants, ainsi que de découvrir les possibilités d'accroître éventuellement les capacités de certains outillages existants.

Бутнарю Л., p. 683—685 ДК 338.011:669.1.013.5(498)

Динамика качественных показателей в предприятии „Металуржика" в Яссах

Показаны мероприятия, принятые в предприятии „Металуржика" в Яссах для получения всё более высоких техникоэкономических показателей. Таким образом, валовое производство увеличилось в 3,3 раза в 1972 г. по сравнению с 1965 г.; прирост производства был получен в большей мере из-за повышения производительности труда (75%) и в меньшей мере из-за увеличеня числа рабочих (25%).

Унгуряну Т., Кымпяну К., Шайн С. и *Тома П.*, 686—688 ДК 621.774:51.001.57(498)

Аспекты при установлении оптимальной математической модели для программирования производства в предприятии „Металуржика" в Яссах

Создана математическая модель для программирования производства труб с учётом производственной мощности оборудования, распределения во времени производства и пр. В качестве критерия оптимизации служила оптимальная загрузка оборудования.

Полученная математическая модель состоит в линейном программировании с логическими условиями-которую можно решать при помощи ЭВМ средней, мощности.

Белзо О., Фэклиеру М., Шайн С. и *Теодориу А. Е.*, p. 689—691 ДК 621.774.21:621.771.07.073.8(498)

Аспекты, касающиеся калибровки рабочих валков при производстве продольносварных труб

Приведена методология расчёта калибровки горизонтальных и вертикальных рабочих валков формующей части стана для прокатки продольносварных труб.

Методология расчёта относится к типу формования с двумя радиусами (радиус центральной части больший) обычно используемому в современных установках для производства продольносварных труб.

Брэнишгяну В., Белзо О., Фэклиеру М. и *Акер К.*, p. 692—698 ДК 669.338.063.5:51.003.1(498)

К конкретному применению метода „электре" для определения оптимального месторасположения предприятия в составе министерства металлургической промышленности

Приведен пример определения оптимального месторасположения предприятия в связи с расширением производства сварных труб, применяя метод "ЭЛЕКТРЕ", основанный на теории графов и позволяющий установить, строго математическим путем, оптимальный вариант.

Теодориу А. Е. и *Береску Т.*, p. 699—700 ДК 669.42:621.7.016.3

Нынешнее состояние и перспективы производства холодно-деформируемых сортов в предприятии „Металуржика" в Яссах

В предприятии „Металуржика" в Яссах были получены впервые в стране холодно-деформируемые профили из стальной ленты путем непрерывного профилирования, в 1966 г.

С 1966 г. до настоящего времени, производство таких профилей получило непрерывное развитие как о точки зрения количественного уровня так и разнообразия сортов. Было установлено новое оборудование для холодного профилирования и в будущем предвидится увеличение количества оборудования.

В статье изложены некоторые аспекты и тенденции в связи с нынешней стадией производства холодно-деформируемых профилей, а также перспективы его развития.

Цоку П., Хэтэрэску О. и *Пилли Н.*, p. 701—705 ДК 669,162.1:622.785

Исследования, касающиеся применения в доменной печи предварительно восстановленных руд

В доменной печи № 2 завода Виктория-Калан была использована в шихте предварительно восстановленная индийская руда с низкой степенью металлизации, равной 27,35%. При замене индийской гематитовой руды предварительно восстановленной рудой (губчатым железом) содержащей 30% железа от общего необходимого содержания в шихте, было достигнуто снижение удельного расхода кокса и повышение выхода чугуна, сравнимые с результатами достигнутыми в других странах при аналогичных испытаниях с материалам с более высокой степенью металлизации (34—92%).

Сэлкудяну Марта, Костеску М. и *Арделяну В.*, p. 706—708 ДК 621.412:621.746.454

О тепловом баллансе прибыли слитка весом в 25 т

Приведен тепловой балланс прибыли слитка спокойной стали весом в 25 т, полученный математическим способом, исходя из трехразмерной математической модели слитка. Рассчитываются значения различных членов потерь тепла и количество тепла, содержащееся в прибыли в разные моменты. Составление балланса делается с целью оптимизации условий работы прибыли.

Трандафиреску М., p. 709—712 ДК 658.2:624.043

Установление технологических размеров оборудования барабанного вращающегося типа

В статье приводятся зависимости для установления технологических размеров оборудования вращающегося барабана, а также упрощенные зависимости; приводятся доводы о достоверности указанных упрощений в условиях промышленной эксплуатации. Применение этих зависимостей даёт возможность установления основных размеров оборудования такого типа, или проверки мощности уже существующего оборудования, а также выявления возможностей увеличения мощности существующего оборудования.

Butnariu L., p. 683—685 DK 338.011 :669.1.013.5 (498)

Dynamik der qualitativen Kennziffern im Metallurgischen Werk — Iaşi

Es werden die eingeführten Massnahmen im Metallurgischen Werk — Iaşi zwecks Erzeugung von immer höheren technisch-wirtschaftlichen Kennziffern vorgelegt. Derart wuchs die Gesamtproduktion 3, 3 mal in 1972 im Vergleich zu 1965. Die Produktionssteigerung wurde hauptsächlich durch Erhöhung der Arbeitsproduktivität (75%) und im geringeren Masse infloge Erhöhung der Arbeiteranzahl erreicht (25%).

Ungureanu T., Câmpeanu C., Sain S. und Toma P., p. 686—688 DK 621.774 :51.001.57 (498)

Aspekte der Entwicklung eines mathematischen Programmierungs modells für Produktionsoptimierung

Es wurde ein mathematisches Modell für Programmierung der Röhrenfabrikation entwickelt dass die Produktionsaufgaben, die Verarbeitungskapazitäten der Werkzeuge, die zeitliche Staffelung der Fabrilkation u. s. w. in Berücksichtigung nimmt. Das Optimisierungskriterium war die optimale Beladung der Werkzeuge.

Das erhaltene mathematische Modell besteht aus einer linearen Programmierung mit logischen Bedingungen, dass auf einem Mittelcomputer gelöst sein kann.

Belzo O., Făclieru M., Sain S. und Teodoriu A.E, p. 689—691 DK 621.774.21 :621.771.07.073.8(498)

Aspekte der Formwalzenkalibrierung bei Herstellung von längsnahtgeschweissten Röhren

Der Artikel enthält eine Methodologie für Berechnung der Kalibrierung von waagerechten und senkrechten Formwalzen eines Walzerkes für längsnahtgeschweissten Röhren.

Die Berechnungsmethodologie bezieht sich auf die Zweiradiusformung (mit einem grösseren Zentralradius) die häufig bei den modernen Walzwerken für längsnahtgeschweissten Röhren benutzt wird.

Brănişteanu V., Belzo O., Făclieru M. und Acker C., p. 692—698 DK 669 :338.063.5 :51.003.1(498)

Aspekte und Beiträge zu der konkreten Anwendung des ELEKTRE-Verfahrens für Bestimmung der optimalen Lagerung eines Werkes dem Ministerium für Metallurgiewesen untergeordnet

Es wird ein Beispiel für die Bestimmung der Optimallagerung eines Werkes bezüglich auf die Erweiterung der Schweissrohrproduktion durch das ELEKTRE-Verfahren vorgelegt. Das Verfahren beruht auf die Graphentheorie und ermöglicht, auf rein mathematische Weise, die Wahl einer optimalen Variante.

Teodoriu A. E. und Berescu T., p. 699—700 DK 669 — 42 :621.7.016.3

Gegenwärtige Lage und Aussichten der Produktion von kaltgewalzenen Profilen im „Metallurgischen Werk — Iaşi"

Im Metallurgischen Werk — Iaşi wurden im Jahre 1966, für erste Mal in Rumänien, kaltgewalzene Profile aus Stahlband durch kontinuierliche Profilierung erzeugt.

Ab 1966 und bis heute hat die Produktion dieser Profile eine stetige Steigerung angezeigt, kennzeichnet sowohl durch das qualitative Niveau der Produktion als auch durch eine Sortenverschiedenheit. Es wurden neue Werkzeuge für Kaltprofilierung montiert und eine Steigerung der Werkzeugsanzahl ist zu erwarten.

Was sowohl die gegenwärtige Lage der Fabrikation der kaltgewalzenen Profile, als auch die Aussichten einer zukünftigen Entwicklung im Metallurgischen Werk — Iaşi betrifft, legt das Artikel einige Aspekte und Tendenzen dar.

Ţocu P., Hălăraşcu Ov. und Pilly N., p. 701—705 DK 669.162.1 : 622.785

Erforschung über die Benützung im Hochofen von vorreduzierten Erzen

Im Hochofen no. 2 des Eisenhüttenwerkes „Victoria" — Călan wurde in der Beschickung vorreduziertes India-Erz mit einem niedrigem Metallisierungsgrad (27,35%) benutzt. Durch Ersetzung des hämatitischen India-Erzes durch vorreduziertes Erz (Eisenschwamm), das einem Beitrag von 30% des Gesamtbedürfnis an Eisen in der Beschickung entsprach, wurde eine Verminderung des spezifischen Koksverbrauches und eine Erhöhung der Eisenproduktion erreicht, die vergleichbar mit den in anderen Länder erhaltenen Ergebnissen gleichartiger Erforschungen, auf Materialien mit höherem Metallisierungsgraden (34—92%) durchgeführt, waren.

Sălcudean Martha, Costescu M. und Ardeleanu V., p. 706—708 DK 621.412 : 621.746.464

Betreffs Wärmebilanz des Gusskopfes eines 25 t Blocke

Es wird der Wärmebilanz des Gusskopfes eines 25 t beruhigten Stahlblockes, mittels einer mathematischen Methode die von dem räumlichen Modell des Blockes ausgeht, vorgelegt. Die Werte der verschiedennen Ausdrücke von Wärmeverlüste und die in dem Gusskopf bei verschiedenen Momenten enthaltene Wärmemenge werden berechnet. Die Bestimmung des Bilanzes hat als Ziel eine Optimierung der Arbeitsbedingungen des Gusskopfes.

Trandafirescu M., p. 709—712 DK 658.2 :624.043

Technologische Dimensionierung der drehtrommelartigen Werkzeuge

Es werden die für technologische Dimensionierung der drehtrommelartigen Werkzeuge entwickelten Verhältnisse und auch vereinfachte Verhältnisse vorgelegt. Die Gültigkeit dieser Vereinfachungen unter Betreibsbedingungen wird analysiert. Benützung der Equationen ermöglicht sowohl Feststellung der Hauptdimensionen dieser Werkzeuge, oder Prüfung des Leistungsvermögens von gleichartigen Ausrüstungen, als auch Entdeckung von eventuellen Möglichkeiten für Erhöhung des Leistungsvermögens der vorhandenen Ausrüstungen.

Butnariu L., p. 683—685 DC 338.011:669,1.013,5(498)

Dynamics of qualitative indices at the Metallurgical Works — Iaşi.

The paper presents measures taken at the Metallurgical Works — Iaşi in view to obtain ever increasing technico-economic indices. Thus, gross production increased by 3. 3 in 1972 as compared to 1965. Production increased mostly due to a rise in labour productivity (75 %) and less to an increase in manpower (25 %).

Ungureanu T., Câmpeanu C., Sain S. and Toma P., p. 686—688 DC 621.774:51.001.57(498)

Some aspects regarding the development of a mathematical model for optimum programming of fabrication

A mathematical model was developed for programming tube fabrication which takes into account production schedule, processing performance of equipment, fabrication timing a. s. o., the optimum criterion being that of optimal equipment loading.

The mathematical model leads to linear programming with logical conditions which can be solved on a medium-size computer.

Belzo O., Făclieru M., Sain S. and Teodoriu A. E. p., 689—691 DC 621.774.21 :621.771.07.073.8(498)

Some aspects of forming,-roll design in manufacturing longitudinal-seam welded tubes

The paper presents a methodology for computing grooving of horizontal and vertical rolls from the forming zone of a rolling mill for longitudinal-seam welded tubes.

The computing methodology was developed for two-radius forming (the radius of the central part being greater), a technique frequently used in modern plants for manufacturing longitudinal-seam welded tubes.

Brănişteanu V., Belzo O., Făclieru M. and Acker C., p. 692—698 DC 669.338.063.5 :51.003.1(498)

Some aspects and contributions to implementation of the ELECTRE-method for determining the optimal location of a plant pertaining to the Ministry of Metallurgical Industry

The paper presents an exemple for determining the optimal location of a plant — related to extension of welded tube manufacturing — by means of the ELECTRE-method. The latter is based on the theory of graphs and allows to choose, in a strict mathematical way, the optimal alternative.

Teodoriu A. E. and Berescu T., p. 669—700 CD 669—42 : 621.7.016.3

Actual stage and outlooks of manufacturing cold-rolled sections at the Mettalurgical Works — Iaşi

Cold-rolled sections out of steel strip by means of continuous profiling were manufacturing for the first time in Romania at the Metallurgical Works — Iaşi in 1966.

Starting from 1966 and up to now production of these sections registered a continuous development, marked both by a high quality level of production and by brand variety. New equipment for cold rolling was set up and further increase in equipment is expected.

The paper presents some aspects and trends regarding actual stage of cold-rolled section manufacturing as well a development outlooks for the future at the Metallurgicas Works — Iaşi.

Ţocu P., Hătărăscu Ov. and Pilly N., p. 701—705 DC 669.162.1 :622.785

Investigations regarding the use in blast furnaces of pre-reduced iron ores

At the blast furnace no. 2 in Works „Victoria" — Călan pre-reduced India-ore having a low metallization degree (27. 35 %) was used in the charge. By replacing the hematitic India ore by pre-reduced ore (iron sponge), having a 30 % contribution to the overall iron requirement in the charge, a lowering of specific coke consumption and an increase in iron output were obtained, comparable with results attained in other countries during similar tests performed on materials with higher metallization degrees (34—92 %).

Sălcudean Martha, Costescu M. and Ardeleanu V., p. 706—708 DC 621.412:621.746.464

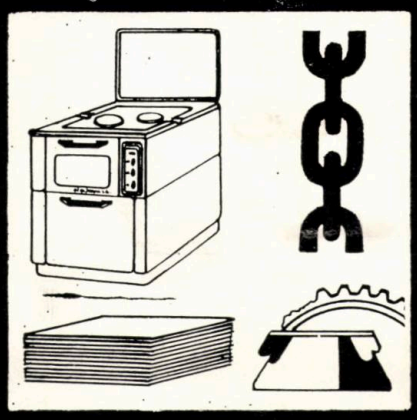
Regarding the heat balance for the feeding head of a 25 t ingot

The paper presents the heat balance for the feeding head of a 25 t killed-steel ingot, achieved by a mathematical method which starts from the tridimensional model of the ingot. Values for the various heat-loss terms and the amount of heat contained in the feeding head at several moments are calculated. Determination of heat balance was achieved in view to optimize conditions of feeding-head operation.

Trandafirescu M., p. 709—712 DC 658.2 :624.043

Technological dimensioning of rotary-drum equipment

The paper presents the way of determining the technological dimensions of rotary-drum equipment, as well as simplified equations. The extent to which these simplifications are valid under industrial operating conditions is analysed. The use of these relationships allows to establish the main dimensions of this type of equipment, to check the capacity of similar equipment, or to discover means for a possible increase in capacity of existing equipment.



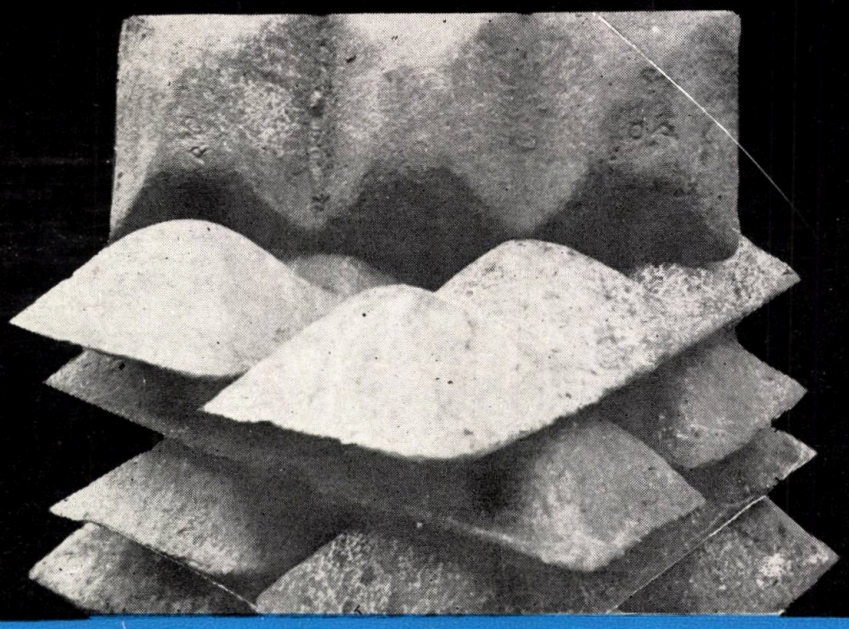
UZINA «CIOCANUL» NĂDRAG

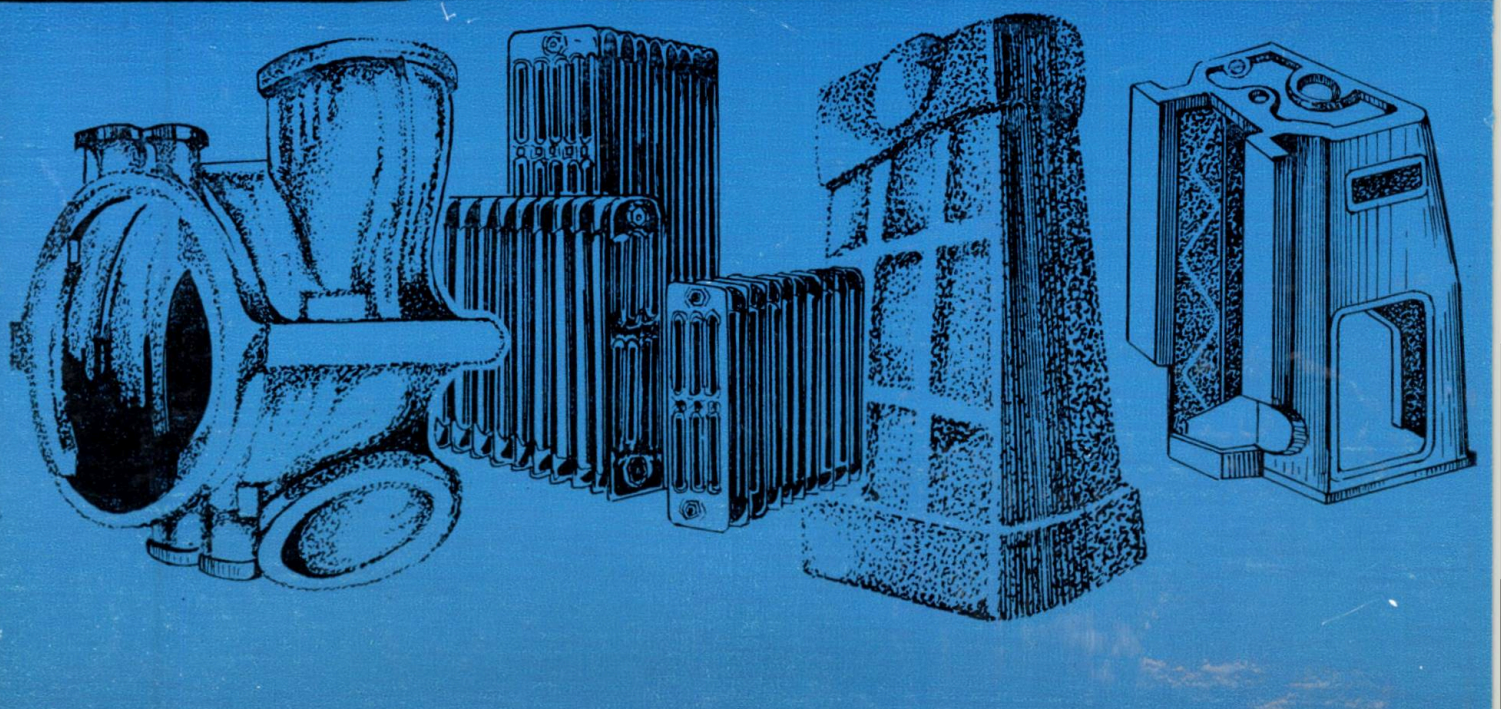
Comuna Nădrag, jud. Timiş
Adresa telegr.: Nădrag • telefon: 9

- Laminează şi galvanizează tablă subţire
- Fabrică sobe şi maşini de gătit cu combustibil şi electrice "ELECTROVESTA", cu accesorii
- Fabrică lanţuri miniere şi industriale
- Toarnă diferite piese din fontă şi aliaje neferoase

INTREPRINDEREA
VICTORIA
Călan

- Fontă cenușie STAS 882—65
- Piese de schimb pentru siderurgie
- Piese pentru mașini-unelte
- Radiatoare din fontă
- Cilindri din fontă pentru laminoare
- Lingotiere
- Maselotiere
- Plînii de turnare
- Poduri de turnare
- Semicocs
- Cocs fluidizare
- Cocs brichete din cocs petrol





+GF+

Aparate pentru amestecuri de formare

SE AFIRMĂ ÎN DOMENIUL LABORATOARELOR PENTRU AMESTECURI DE FORMARE

(sau: know-how-ul pe toată linia)

Oferim un know-how cuprinzător în domeniul turnătoriei. Astăzi atacăm un domeniu important: încercările amestecurilor de formare.

Datorită încercării amestecurilor de formare muncitorii formari nu mai trebuie să se ocupe în producție și de calitățile amestecurilor de formare. Amestecurile de formare sînt livrate cu proprietăți optime, la locul de muncă, astfel încît formatorul să se poată concentra numai asupra confecționării formelor.

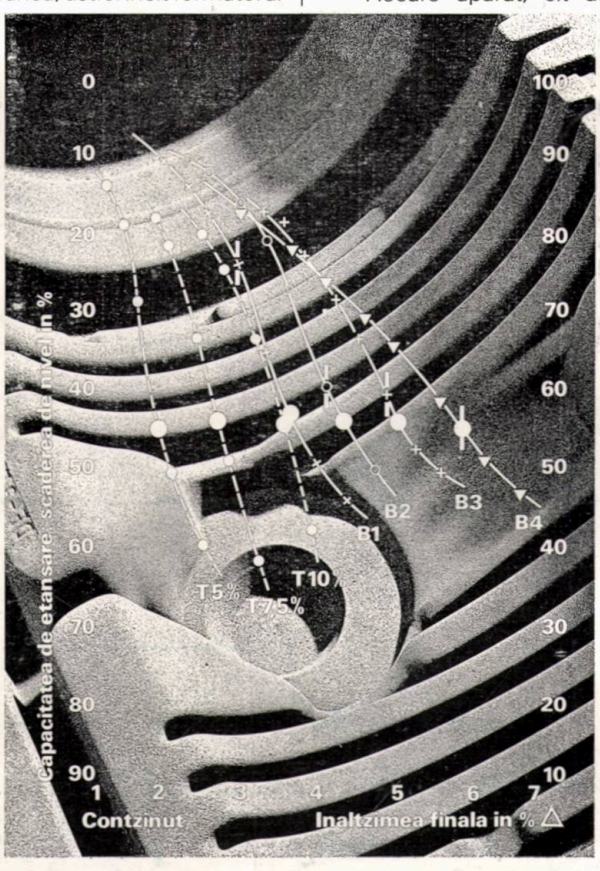
Prin încercări complete ale tuturor materialelor de formare (nisip nou, amestec refolosit, nisip vechi, lianți etc.) se obțin importante avantaje economice în exploatare, cum sînt:

- Micșorarea consumului de materiale de formare
- Recircularea rebuturilor
- Piese turnate cu aspect mai bun

+GF+ vă oferă un cuprinzător program de aparate pentru încercarea amestecurilor de formare

cu tot ceea ce aparține unui laborator complet pentru amestecuri de formare, cum sînt, de exemplu: sonde pentru prelevarea probelor, aparate pentru formarea și repartizarea probelor, cîntare rapide de laborator, aparate pentru uscare rapidă cu infraroșii, amestecătoare, aparate de sedimentare, lupe binoculare, aparate de cernut, aparate pentru determinarea suprafeței grăunților, a capacității de absorbție de apă și a permeabilității la gaze, cuptoare de sinterizare, sonete și piese vibratoare, cuptoare pentru uscat miezuri, aparate pentru încercarea formelor coji, aparate pentru încercarea densității, rezistenței și permeabilității, precum și diverse aparate auxiliare și altele în plus.

Fiecare aparat, cît de simplu, livrat de noi, conține un cuprinzător know-how. Fiecare instalație și fiecare aparat sînt alcătuite pentru a asigura eficiența în practică.



+GF+ oferă experiența propriilor ei turnători

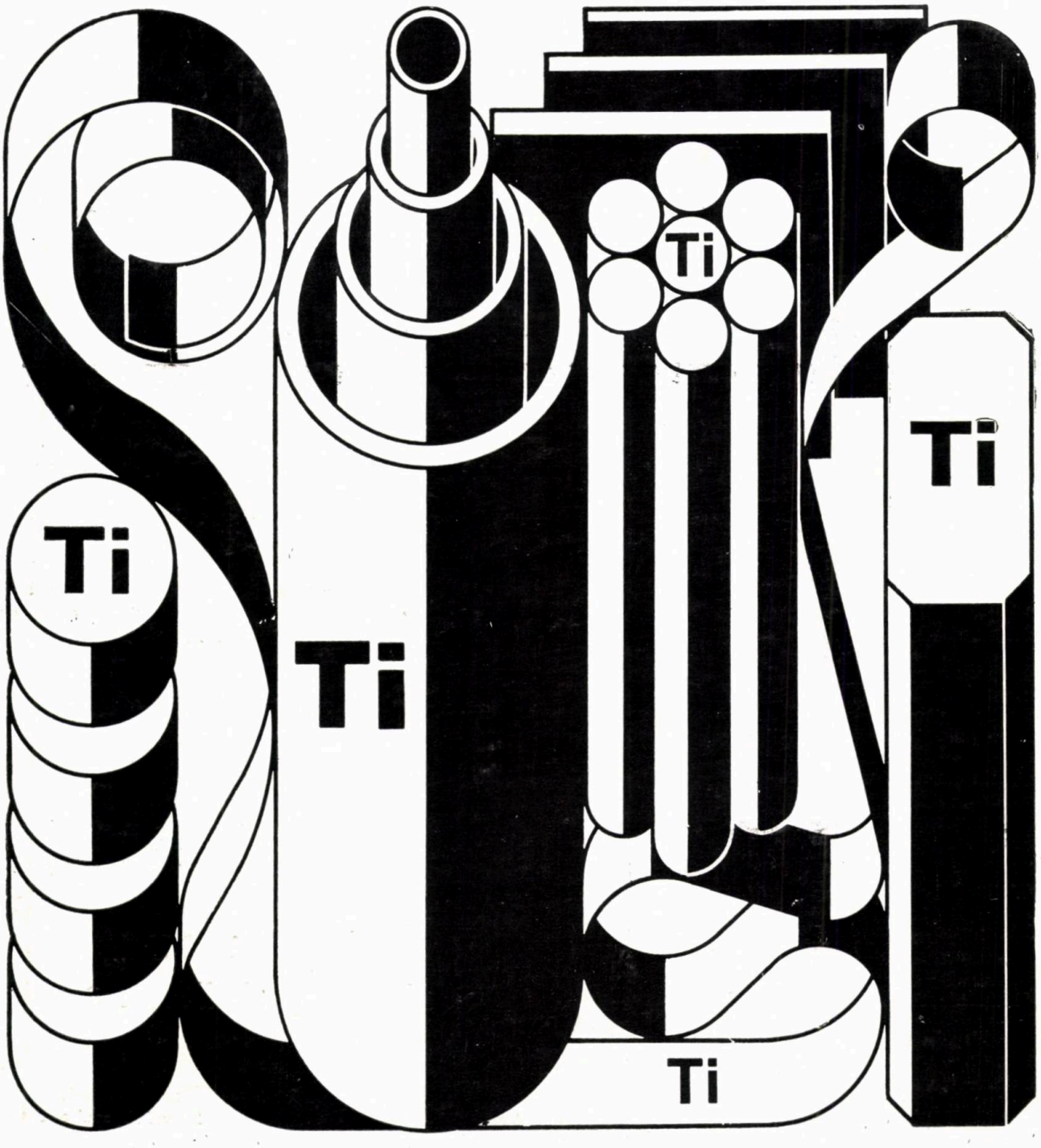
Specialiștii noștri vă pot sfătui atacînd temeinic problemele dv. specifice, deoarece dv. sînteți partenerul lor. Aceasta pentru că sîntem obligați prin know-how.

Adresați-vă direct nouă sau cereți-ne direct sau prin reprezentanții noștri documentația corespunzătoare.

Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen (Elveția)

Adresa: CH-8201 Schaffhausen, Telefon: (053) 81111, Adresa telegrafică: Geofischer, Telex: 76224 gfsh ch
Birou de vînzare: INTER-SOFEX S. A. – Lessingstrasse 3, CH-8002 Zürich/Elveția

GA 1003/21



Exportator .

V/K "TECHSNABEXPORT"
Moscova G-2-, U.R.S.S.
Telefon : 244-32-85
" 244-77-27
Telex : 7239

V/K „TECHSNABEXPORT"

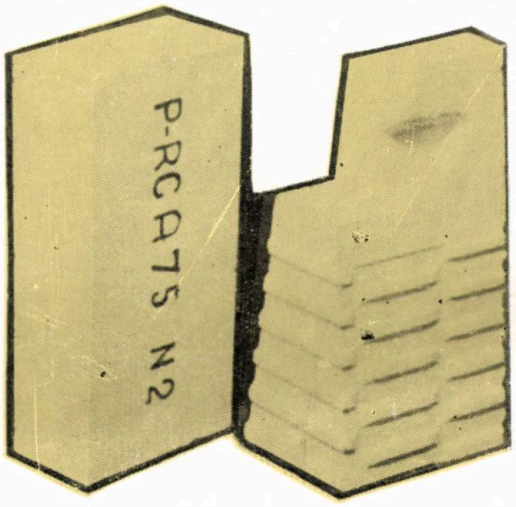
exportă un larg sortiment de produse de titan :
tuburi, fire, table, benzi, folii subțiri, bare, brame, lingouri
și alte articole din titan.

Techsnabexport

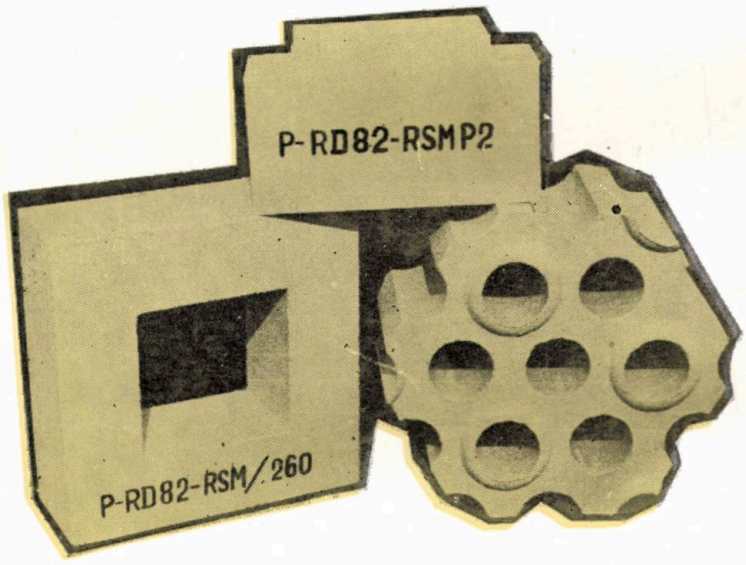
CENTRALA INDUSTRIALA PENTRU PRODUSE REFRACTARE

BRAȘOV

Str. Carierei Nr. 127 Braşov. Telefon 23966-23967. Telex 012.307

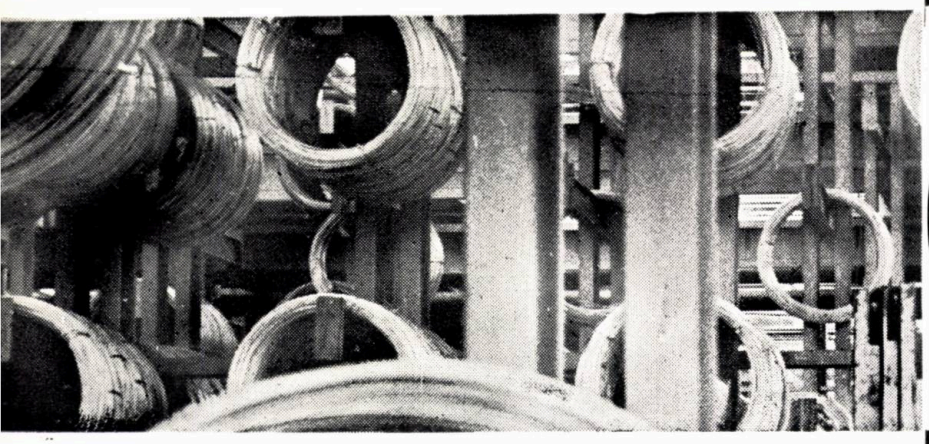


- Intr. de produse refractare ALBA -IULIA
- Intr. de produse refractare "REFRACTAR" ALESD
- Intr. de produse refractare "9 MAI" TURDA
- Intr. de produse refractare "RASARITUL" BRASOV
- Intr. " CARBOCHIM" - CLUJ
- Fca. de produse refractare " PLEASA " PLOIESTI
- Fca. de produse refractare " VULTURUL " COMARNIC
- Fca. de produse refractare " UNIREA " TG. JIU
- Fca. de produse refractare BARU MARE
- Fca. de şamotă AZUGA



execută

Produse refractare silica, silico-aluminoase, produse termoizolante, şamote refractare aluminoase şi superaluminoase, betoane rezistente la foc, betoane refractare şi superrefractare, plăci termoizolante, prafuri termogene şi termoizolante, prafuri exoterme, pietre de polizor, abrazivi pe suport, electrozi siderurgici şi de baterii.



Ductil
BUZA

ÎNTREPRINDEREA DE SÎRMĂ ȘI PRODUSE DIN SÎRMĂ - BUZĂU

DUCTIL BUZĂU
o marcă de prestigiu

Produce și livrează

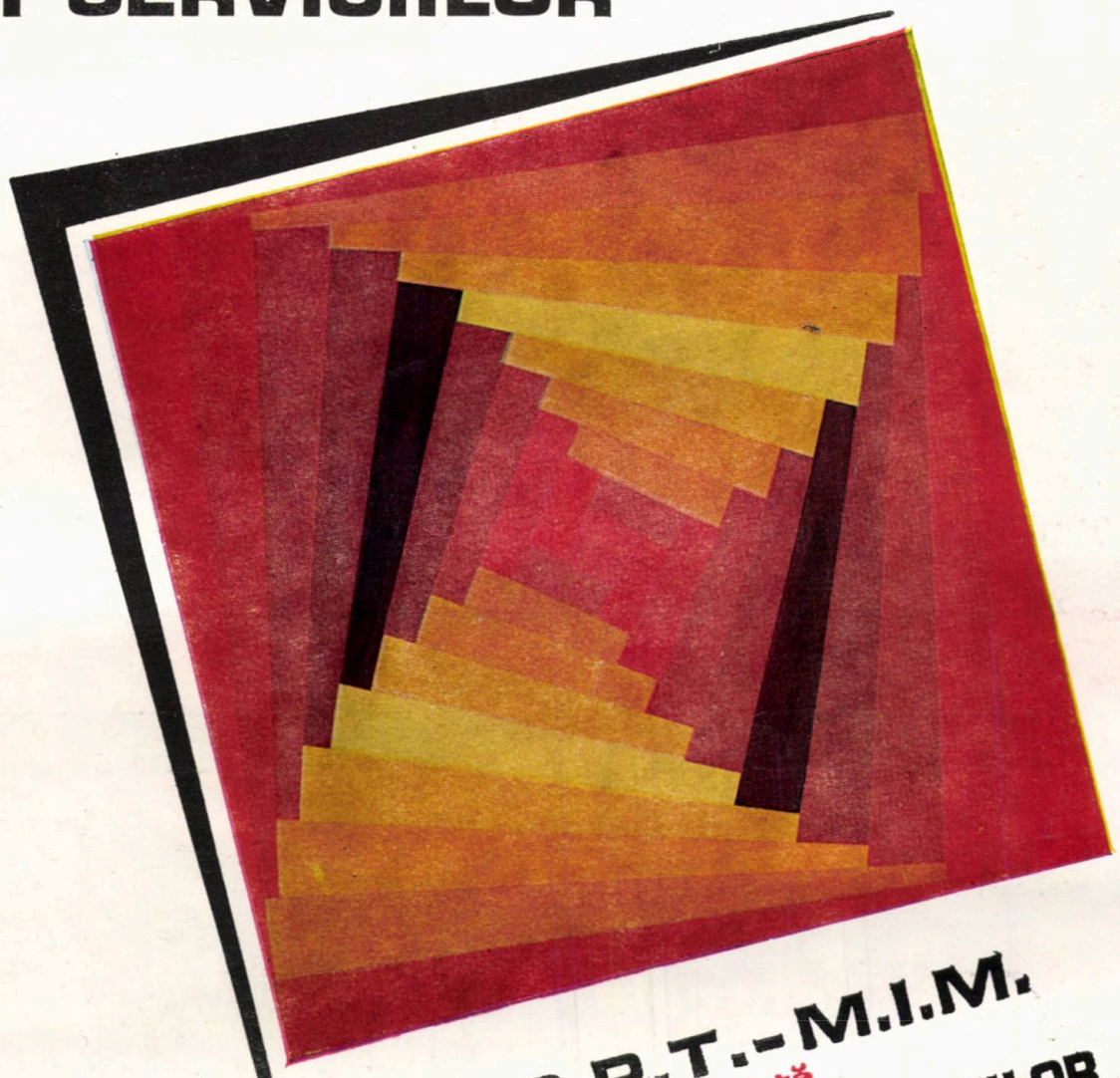
Toate tipurile de sîrmă trasă din oțel carbon obișnuit cu max. 0,25% carbon și anume:

- sîrmă tare mată
- sîrmă moale neagră
- sîrmă moale albă
- sîrmă moale lucioasă pentru fabricarea geamurilor armate
- sîrmă pentru construcții (armarea betoanelor)
- sîrmă zincată
- cuie tipuri diferite
- plase sudate pentru armarea betoanelor
- electrozi de sudură

ÎNTREPRINDEREA DE SÎRMĂ ȘI PRODUSE DIN SÎRMĂ – BUZĂU
Aleea Industriilor nr.1 ● tel.: 2997–2998 ● telex: 11.48

CEREȚI !

PROSPECTUL PUBLICAȚIILOR, LUCRĂRILOR DOCUMENTARE ȘI SERVICIILOR



C.D.P.T.-M.I.M.

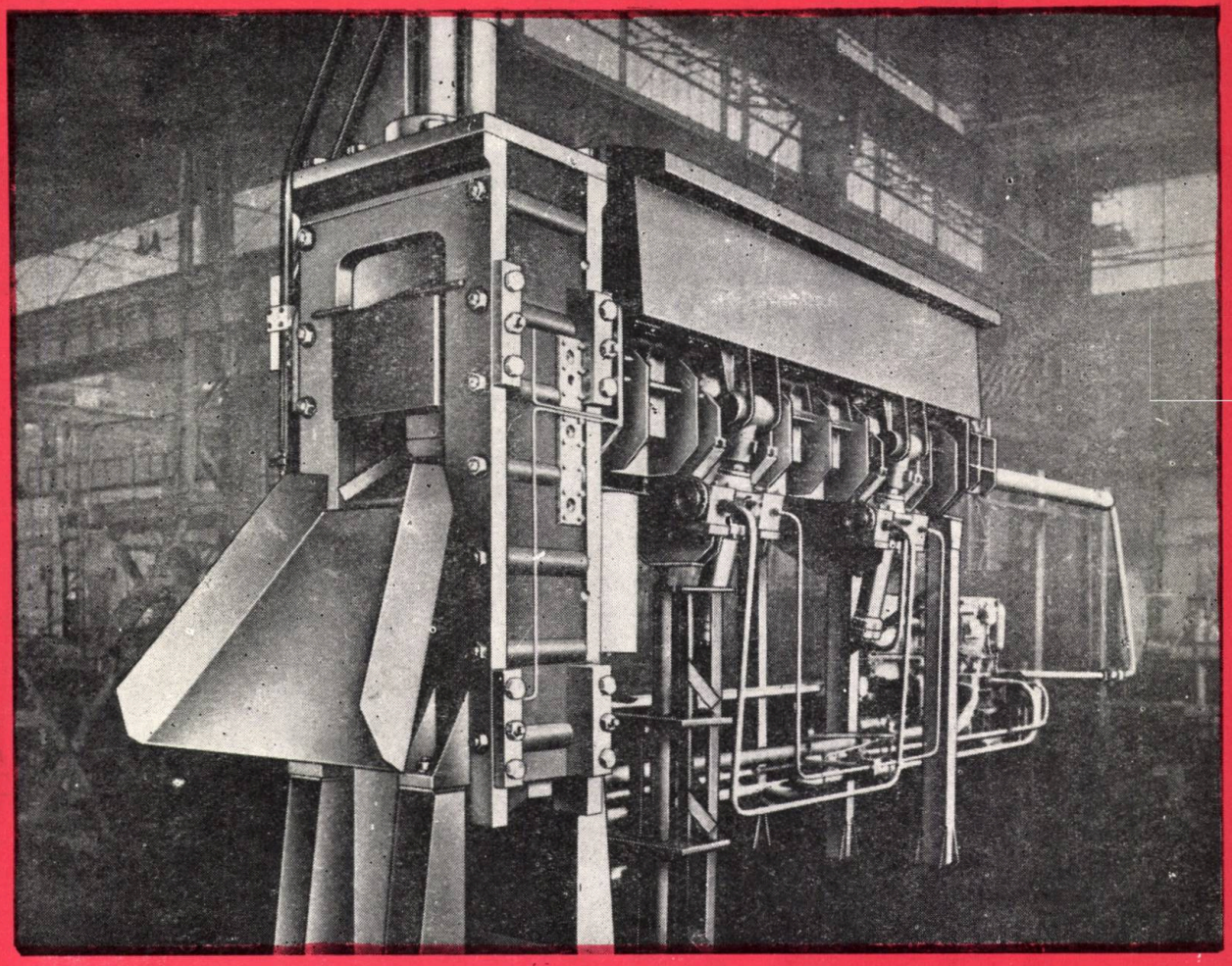
vă prezintă

PROSPECTUL PUBLICAȚIILOR LUCRĂRILOR DOCUMENTARE ȘI SERVICIILOR PE ANUL '74

PE ANUL 1974

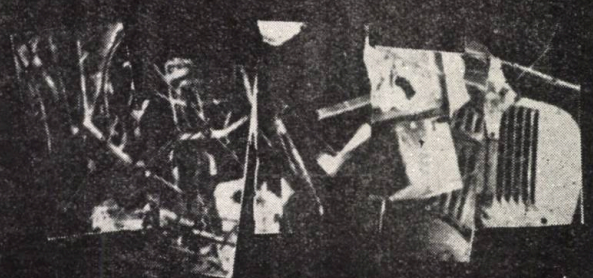
CENTRUL DE DOCUMENTARE SI PUBLICATII TEHNICE
Cont virament 30.05.01.00 B.N.R.S.R. Filiala Sector 1

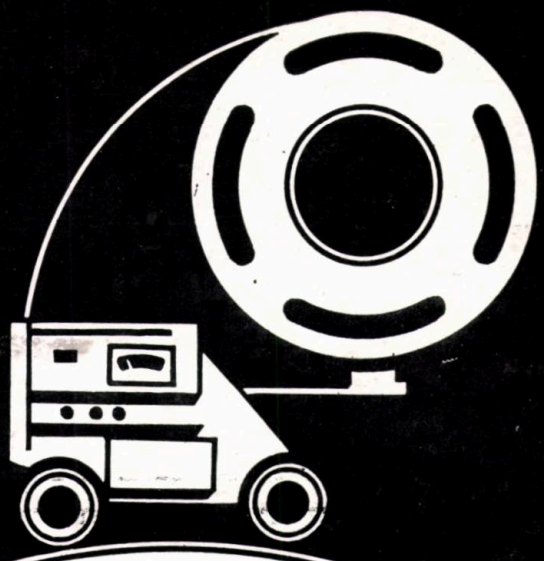
București, Str. Academiei Nr.7
Tel. : 13.09.25; 13.02.28



centrala de prelucrarea și colectarea deșeurilor metalice bucurești

Prin prelucrarea metalelor vechi (tăierea mecanică a tuturor deşeurilor feroase accesibile acestei operaţii) se ajunge la dublarea greutăţilor volumetrice şi reducerea timpului de încărcare în cuptoare





mașina automată de sudură TS 32

Sudură mecanizată în flux printr—o singură trecere a unor îmbinări cu o grosime de la 3 pînă la 12 mm.

Asigură un mulaj de calitate pe spatele îmbinării și suprimă orice operație preliminară necesară în cazul sudurii manuale.

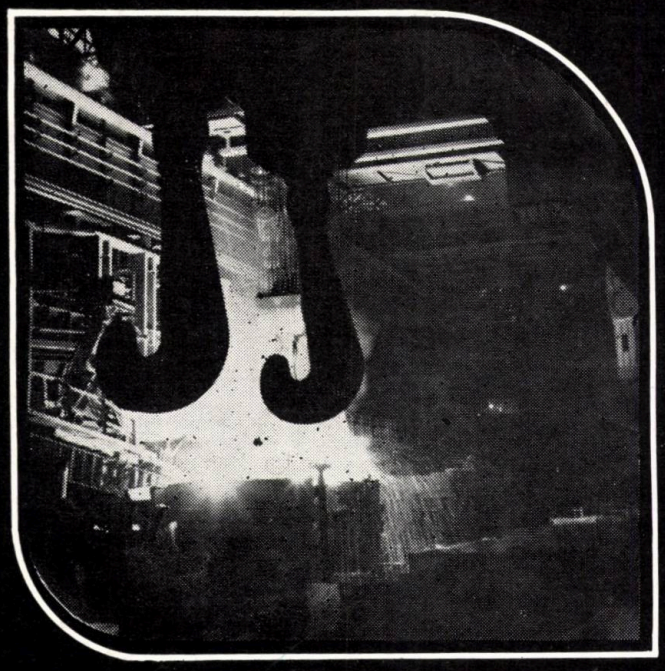
Mașinile de sudat TS—32 vor fi apreciate mai ales în cazul în care sudura bilaterală nu este justificată.

PERFORMANȚE

Tensiunea rețelei : 220,380,400,440 V
Diametrul electrodului: 1,6 pînă la 5 mm
Viteza de sudură: 24 pînă la 50 m/h
Greutatea aparatului: 68 kg

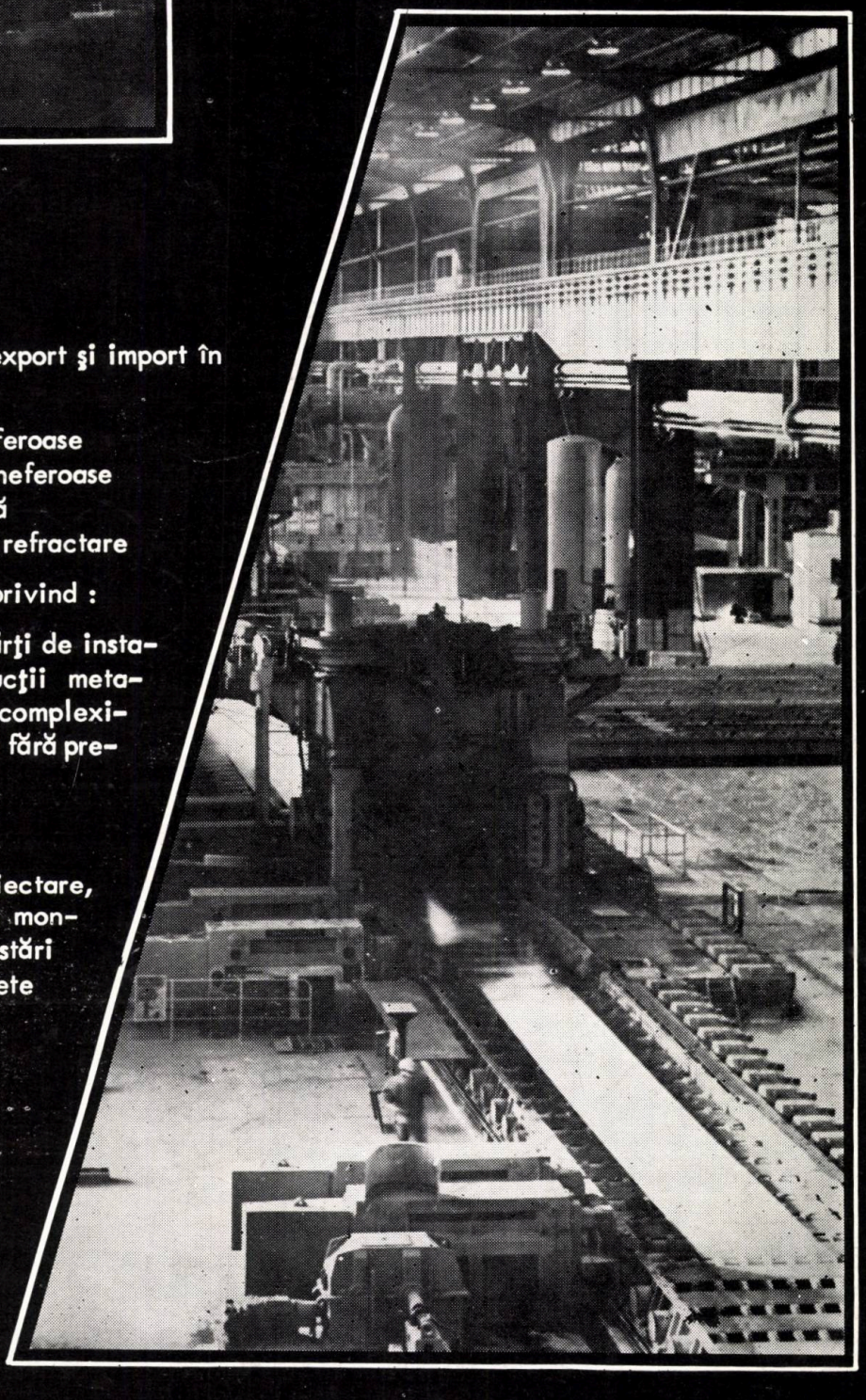
ENERGOMACHEXPORT

Exportator : V/O „ENERGOMACHEXPORT" Moscova V—330, U.R.S.S.
Str. Mosfilmovskaia nr. 35 Telex 7565



METAROM

Intreprindere de stat pentru comerţul exterior
Bd. Gheorghe Gheorghiu-Dej, nr. 42
Bucureşti 6 - România - Oficiul postal : 1
Adresa telegrafică : METAROM
Telefon : 15 04 65 , 15 05 43 - protocol
Telex : 011/259



Îşi desfăşoară activitatea sa de export şi import în următoarele ramuri industriale :

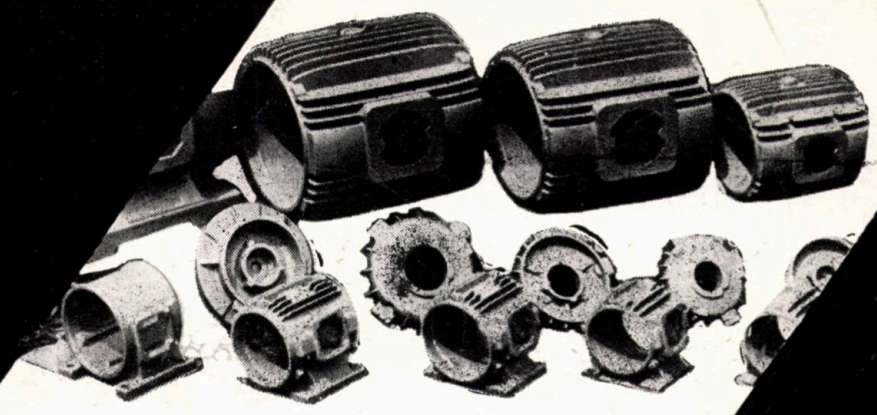
- industria metalurgiei feroase
- industria metalurgiei neferoase
- industria cocsochimică
- industria materialelor refractare

Participă la livrările de export privind :

- instalaţii complete, părţi de instalaţii, utilaje tehnologice, construcţii metalice şi piese turnate de diverse complexităţi - din fontă sau oţel - cu sau fără prelucrări mecanice.

Livrează la export :

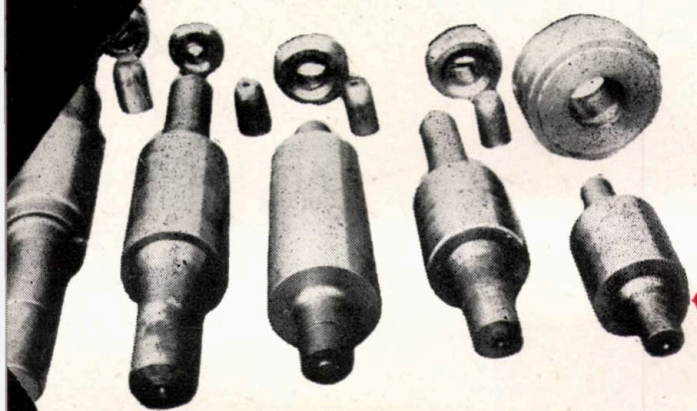
- lucrări de cercetare, proiectare, engineering, asistenţă tehnică la montaj şi punere în funcţiune , prestări de servicii, licenţiere de brevete româneşti etc.



CARCASE PENTRU MOTOARE ELECTRICE

- pentru intern
- pentru export

SCUTURI, PALIERE PENTRU MOTOARE ELECTRICE

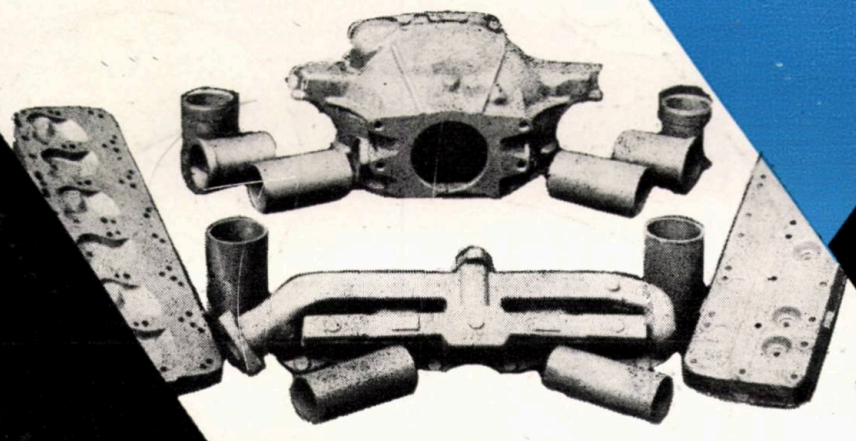


CILINDRI DE LAMINOR CU CRUSTĂ DURA
- pentru sîrme, benzi și profile ușoare
- pentru tablă subțire

CILINDRI ȘI VALȚURI PENTRU INDUSTRIA CHIMICĂ
ROLE, MATRIȚE ȘI DOPURI
PENTRU LAMINOARE DE ȚEVI
FONTĂ SPECIALĂ PENTRU TURNĂTORIE

Intreprinderea de fier VLAHIȚA

Jud. Harghita
Telefon : 4-11



PIESE DE SCHIMB AUTO
- chiulase
- carcase ambreiaj
- colector de admisie și evacuare
- cămăși pistoane

INDUSTRIA SÎRMEI

CIMPIA TURZII

Str. Laminoriştilor nr. 145 Judeţul Cluj Telefon 214 - 219 Telex:03124

VA OFERA CABLURI DE TRACTIUNE Ø 2-50mm

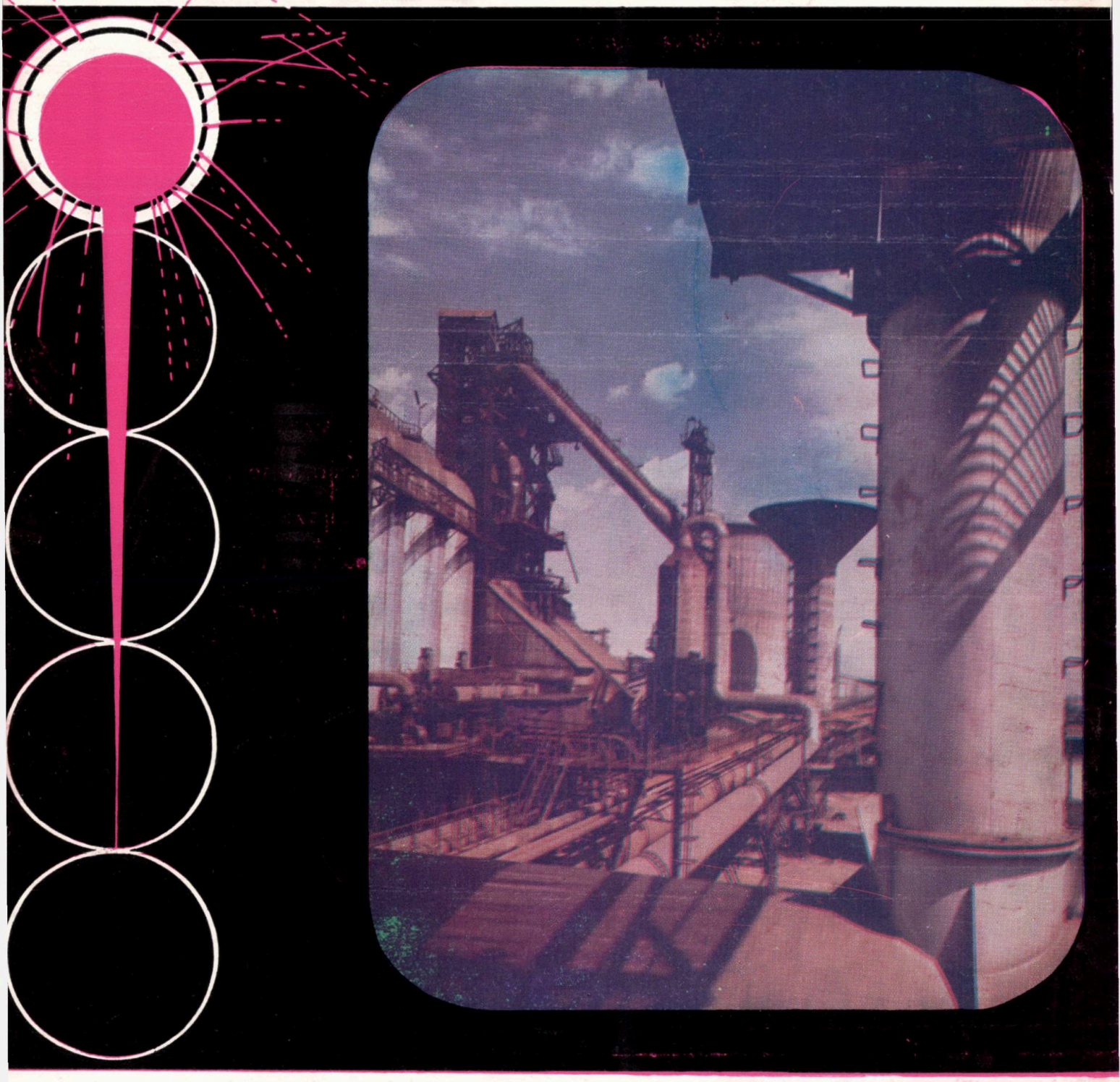
- Cabluri construcţie simplă STAS 1513-66
- Cabluri compuse duble STAS 1353-66
- Cabluri duble construcţie combinată STAS 1689-69
- Cabluri compuse duble flexibile STAS 1553-66

CSH

vă oferă:

profile laminate din oțeluri carbon calmate, semicalmate și necalmate, din oțeluri carbon de calitate aliate și slab aliate:

● rotunde cu diametrul de 10—180 mm ● cornier de 20×20—150×150 mm ● I 18—I 24 ● U 6,5—U 24 ● late de 20×5—200×20 mm ● benzi laminate la cald de 200×2—500×5 mm ● țagle, blumuri pentru forje, de 70×70—400×400 mm ● oțel beton cu profil periodic laminat la cald, oțel beton neted laminat la cald, sîrmă laminată la cald ● profile speciale pentru armături de mină pentru talpa șenilei de tractor etc.



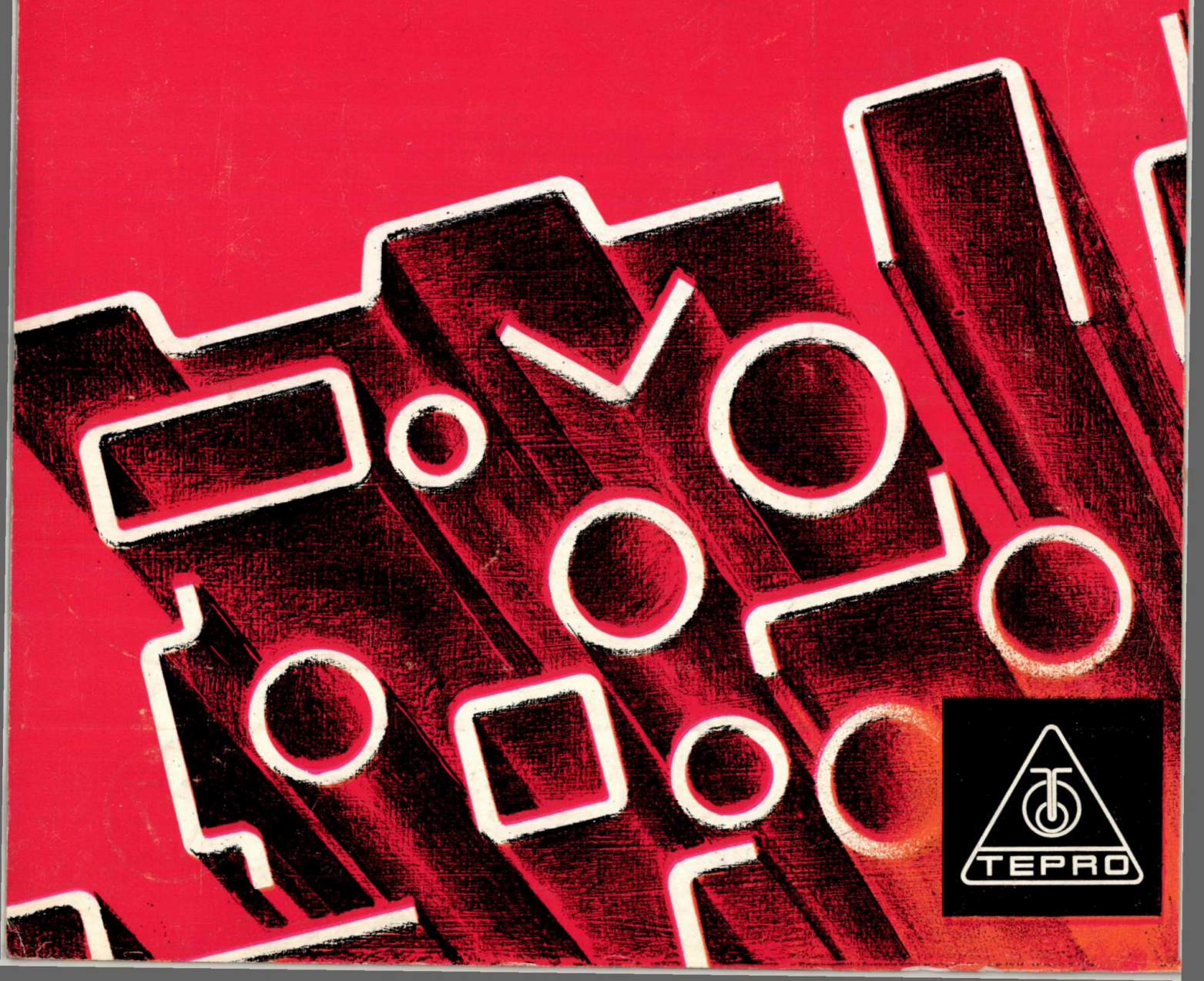
COMBINATUL SIDERURGIC HUNEDOARA

Str. Dr. P. Groza nr. 8. Hunedoara ● Telex: 032411 ● Tel: 1075-1077-1450-2533-2934

TEPRO

INTREPRINDEREA METALURGICĂ - IAŞI Şos. Tuţora nr. 132
Telefon : 30371, 30322, 30720 ■ Telex: 022268 UZIMET

Intreprinderea metalurgică - laşi produce un bogat şi variat sortiment de ţevi sudate longitudinal şi profile formate la rece.
Datorită variaţiei mari de forme, caracteristicilor mecanice şi de rezistenţă superioare, a supleţei şi a avantajelor economice pe care le prezintă, produsele uzinei au o largă utilizare în diverse ramuri ale economiei naţionale.
La cererea beneficiarilor uzina poate asimila orice alte tipodimensiuni în afara celor cuprinse în catalogul de produse.



TEPRO

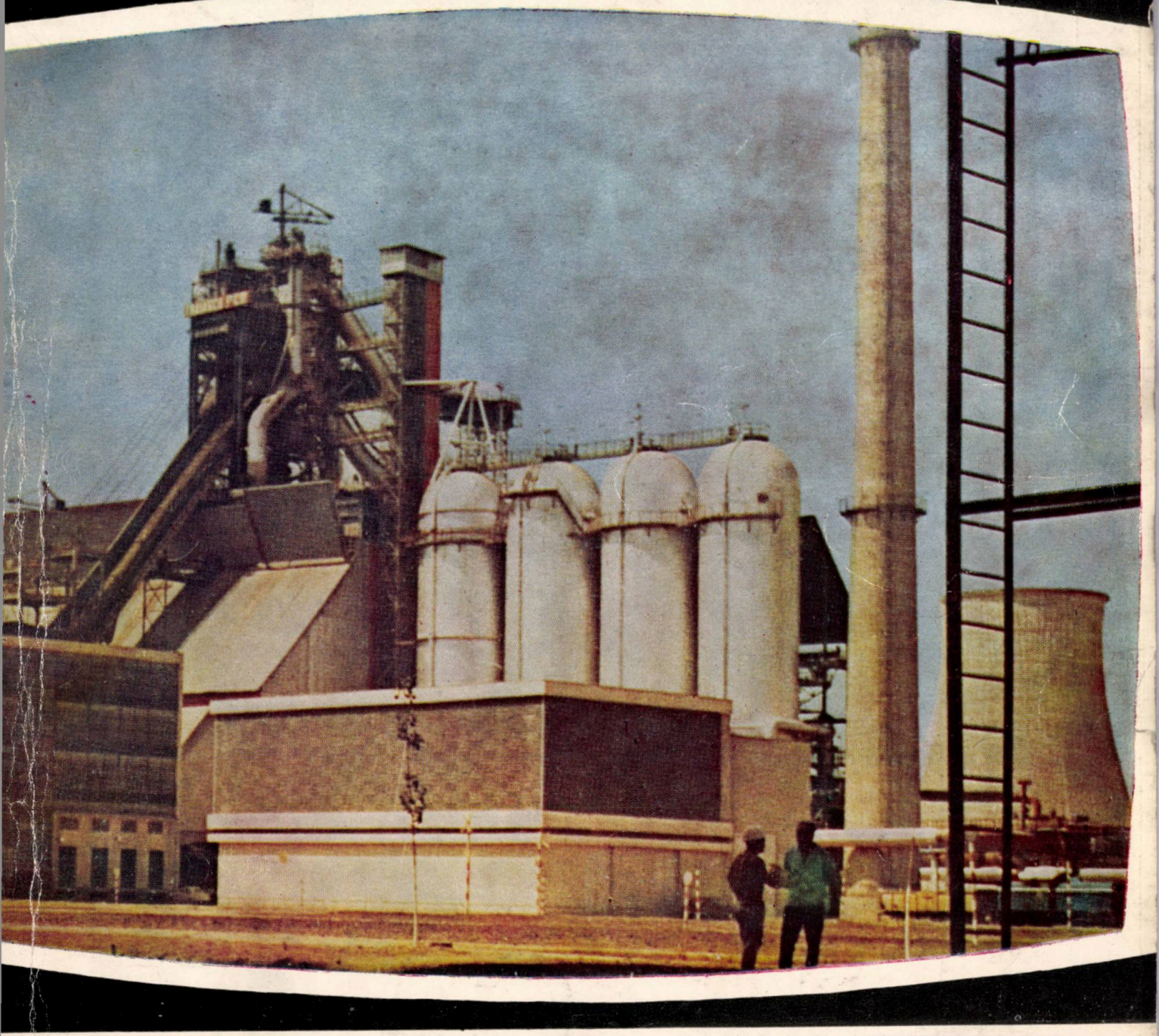
3280

R

REFERÁLVA

METALURGIA

12
1973



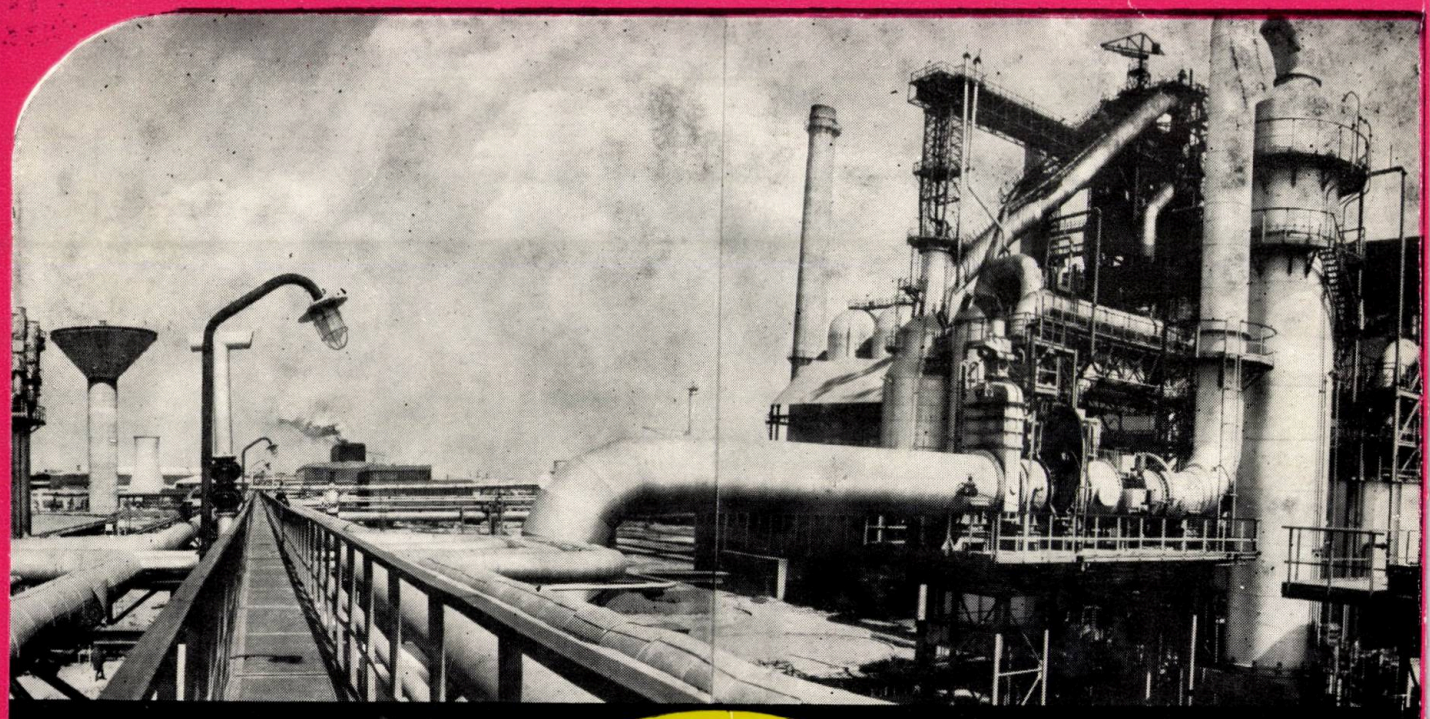


TABLE GROASE: ● de (6—150 mm) × (1500—3000 mm) × × max. 15 000 mm ● din oţeluri calmate, semicalmate, necalmate şi slab aliate ● utilizate în construcţii mecanice, construcţii metalice, construcţii navale, construcţii de cazane etc. TABLE ÎN FOI laminate la cald: ● de (1,8—7 mm) × × (700—1500 mm) × (2000—10000 mm). BANDĂ ÎN RULOURI laminată la cald: ● de (1,5—12 mm) × (700—1550 mm) şi greutate max. 24 t ● utilizată la fabricarea ţevilor sudate, profilelor îndoite sau pentru relaminare la rece. TABLE ŞI BENZI laminate la rece: ● de (0,3— —3 mm) × max. 1500 mm ● utilizate pentru caroserii, construcţii metalice, ţevi sudate, profile îndoite. SULFAT FEROS HEPTAHIDRATAT — STAS 2189—68, calitatea I şi II, puritate 98—99%

COMBINATUL SIDERURGIC

GALAŢI

Telegraf : Combin Galaţi. Telefon : 18300, Telex : 015253 ; 015257

METALURGIA

Anul 25 Nr. 12 Decembrie 1973

CUPRINS

Rădvan Șt. : **Intreprinderea de construcții și montaje siderurgice — Galați — treisprezece ani de realizări pe platforma Combinatului siderurgic gălățean** 757

STUDII ȘI CERCETĂRI

Adăscăliței A. : **Stabilirea și reglarea potențialului de carbon într-o atmosferă controlată de tip endoterm la cementarea unor oțeluri aliate.** . . . 760

Văiteanu D. și *Gheorghe C.* : **Influența puterii specifice asupra mărimii și structurii stratului călit superficial prin curenți de înaltă frecvență.** . 764

Singer M. : **Desprăfuirea zonelor de transfer ale transportoarelor cu bandă.** 766

Moucha V.Al. : **Comportarea electrochimică a ionilor de Mn^{2+} la extragerea electrolitică a cuprului și a zincului în două trepte, din baia de sulfat.** 771

Daisa Adela : **Cercetări privind fasonarea prin turnare a unor produse refractare speciale.** 774

ACTUALITĂȚI

Firescu V., Stoicoi A., Iacob I. și *Tudoroiu E.* : **Posibilități de epurare și de valorificare a gazelor brute rezultate în procesul carbofluid (I)** 780

Chițu Gh. : **Contribuții privind reducerea consumurilor specifice în fabricarea oțelului electric.** . 786

Guțu D. și *Gheocalescu I.* : **Optimizare economică a elaborării aliajelor de aluminiu.** 790

REALIZĂRI TEHNICE

Călugăru Gh. și *Rabinovici R.* : **Contribuții la construirea unui magnetometru pentru studiul texturii tablelor silicioase.** 792

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Morugă P.C. : **Prognoză privind industria de aluminiu pe plan mondial pînă în anul 1990 — 2000.** 794

PROTECȚIA MUNCII

Darabont A., Ghika Doina și *Cekhan-Racoviță Anca* : **Mijloace moderne de protecție individuală împotriva poluării sonore în turnătorii.** 798

DIN ISTORICUL METALURGIEI

Chindler N. și *Popa S.* : **Începuturile producției de oțel la Hunedoara.** 802

INDEX ALFABETIC DE RUBRICI ȘI AUTORI . . 806

INDEX ALFABETIC DE AUTORI 809

RECENZII 815, 816

CĂRȚI INTRATE ÎN BIBLIOTECILE R.S.R. . . . 817

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE 818

COMITETUL DE REDACȚIE

A. Antonescu, C. Avram, Șt. Cardalef, V. Chiriță, D. Cosma, Vl. David, A. Dijmărescu, Ctin. Dragomir, I. Drăgan, Tr. Dumitrescu, Suzana Gâdea, V. Groșu, Vl. Holban, A. Ieremia, B. Koncz, P. Marcu, I. Moldovan, N. Murguleț, Fl. Oprea, Ig. Pavoni, T. Segărceanu, L. Sofroni, Cl. Ștefănescu, I. Tripșa, V. Vulcu

Redactor responsabil: L. Sofroni

Șef rubrică: Georgeta Comșa

Tehnoredactor: Lydya Popescu

Revista METALURGIA, organ al Ministerului Industriei Metalurgice și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România — Redacția și administrația, București, str. Academiei 7, Sector 1. Telefon: 13.02.28 și 15.81.50/209. Revista este editată de C.D.P.T.—M.I.M. Abonamentele se primesc la administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete tehnice în contul nostru de virament: 30.05.01.00 B.N.R. a Republicii Socialiste România — Sector 1. M.I.M. — Centrul de documentare și publicații tehnice — București. Tarif pentru întreprinderi: lei 150 anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni, ingineri: lei 48 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul — Întreprinderea Poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, Buc.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.T. nr. 560/426/1969

I.P.I. c. 3356

42 406

SOMMAIRE

CD 669.1.013.5 : 725.4

Rădvan Șt. : **L'Entreprise de constructions et de montages sidérurgiques Galatzi — treize années de réalisations sur la plateforme du Combinat sidérurgique — Galatzi.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 757–759

CD 669.15 : 621.785.52

Adăscăliței A. : **L'établissement et le règlage du potentiel en carbone dans une atmosphère controlée du type endotherme lors de la cémentation de certains aciers alliés.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 760–763

CD 621.785.5 : 621.3.023

Văiteanu D. et *Gheorghe C.* : **L'influence de la puissance spécifique sur les dimensions et sur la structure de la couche trempée superficiellement à l'aide des courants de haute fréquence.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 764–765

CD 621.867.2 : 628.58

Singer M. : **Le dépoussiérage des zones de transfert des transporteurs à bande.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 766–770

CD 669.334 : 669.537

Moucha V.Al. : **Le comportement électrochimique des ions de Mn^{2+} lors de l'extraction électrolytique du cuivre et du zinc en deux étapes, du bain de sulfate.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 771–773

CD 666.76

Daisa Adela : **Recherches concernant le façonnage par moulage de certains produits réfractaires spéciaux.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 774–779

CD 662.764.2.074

Firescu V., Stoicoi A., Iacob I. et *Tudoroiu E.* : **Les possibilités d'épuration et de valorification des gaz bruts résultés du processus carbofluide.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 780–785

CD 669.141.247

Chițu Gh.: **Considérations concernant la réduction des consommations spécifiques dans la fabrication de l'acier électrique.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 786–789

CD 669.715

Guțu D. et *Gheocalescu I.* : **L'optimisation économique de l'élaboration des alliages d'aluminium.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 790–791

CD 669.141.247.41

Călugăru Gh. et *Rabinovici R.* : **Contributions à la construction d'un magnétometre destiné à l'étude de la texture des tôles au silicium.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 792–793

CD 669.71 : 65.016

Morugă P.C. : **La prognose concernant l'industrie de l'aluminium sur le plan mondial au cours des années 1990–2000.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 791–797

CD 621.74.013.5 : 628.517.2

Darabont A., Ghika Doina et *Cekhan-Racoviță Anca* : **Moyens modernes pour la protection individuelle contre la polution sonore dans les fonderies.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 798–801

CD 669.18

Chindler N. : **Les débuts de la production d'acier à Hunedoara.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 802–805

СОДЕРЖАНИЕ

Дк 669.1.013.5 : 725.4

Рэдван Шт.: **Предприятие конструкционно-монтажных работ в чёрной металлургии Галац—тринадцать лет достижений на площадке Металлургического Комбината Галац.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 757–759

Дк 669.15 : 621.785.52

Адэскэлицэй А.: **Установление и регулирование углеродного потенциала в контролируемой атмосфере эндотермического типа, при цементации некоторых легированных сталей.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 760–763

Дк 621.785.5 : 621.3.023

Вэйтяну Д. и Георге К.: **Влияние удельной мощности на величину и структуру поверхностного закаленного слоя про помощи высокочастотных токов.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 764–765

Дк 621.867.2 : 628.58

Зингер М.: **Обеспыливание перегрузочных зон ленточных конвейеров.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 766–770

Дк 669.334 : 669.537

Моуха В. А.: **Электрохимическое поведение ионов Mn^{2+} при электролитическом двухступенчатом извлечении меди и цинка из сульфатной ванны.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 771–773

Дк 666.76

Дайса Адела: **Исследования, касающиеся формования путем литья огнеупорных изделий.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 774–779

Дк 662.764.2.074

Фиреску В., Стойкой А., Якоб И. и Тудорою Е.: **Возможности очистки и использования сырых газов, получаемых в процессе карбофлюид.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 780–785

Дк 669.141.247

Кицу Г.: **Соображения, касающиеся снижения удельных расходов при производстве электростали.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 786–789

Дк 669.715

Гуцу Д. В. и Геокалеску И.: **Экономическая оптимизация выплавки алюминиевых сплавов.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 790–791

Дк 669.141.247 – 41

Кэлугэру Г. и Рабинович Р.: **Вклад в конструкцию магнитометра для изучения текстуры кремнистых листов.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 792–793

Дк 669.71 :65.016

Моруга П.К.: **Прогноз развития алюминиевой промышленности в мировом масштабе в период 1990—2000 гг.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 794–797

Дк 621.74.013.5 :628.517.2

Даработ А., Гика Дойна и Чекан Раковицэ Анка: **Современные средства индивидуальной противозвуковой защиты в литейных цехах.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 798–801

Дк 669.18

Киндлер Н.: **Начала производства стали в Хунедоаре.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 802–805

INHALT

DK 669.1.013.5 : 725.4

Rădvan Șt. : **Das Werk für Eisenhüttenbau und Montage Galați — dreizehn erfolgreiche Jahre auf der Bühne des Eisenhüttenwerkes — Galați.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 757—759

DK 669.15 : 621.785.52

Adăscăliței A. : **Bestimmung und Regelung des Kohlenstoffpotentials in einer kontrollierten endothermischen Atmosphäre bei Zementierung von Legierstahl.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 760—763

DK 621.785.5 : 621.3.023

Văiteanu D. und *Gheorghe C.* : **Einfluss der spezifischen Leistung auf die Stärke und das Gefüge der oberflächlich gehärteten Schicht durch HF-Induktion.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 764—765

DK 621.867.2 : 628.58

Singer M. : **Entstaubung der Übertragungszonen bei Bandförderern.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 766—770

DK 669.334 : 669.537

Moucha V.Al. : **Elektrochemisches Verhalten der Mn^{2+} Ionen bei elektrolytischer zweistufiger Gewinnung von Kupfer und Zink aus dem Sulfatbad.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 771—773

DK 666.76

Daisa Adela : **Untersuchungen betreffs Ausformung durch Giessen von einigen speziellen Feuerfestsfstoffen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 774—779

DK 662.764.2.074

Firescu V., Stoicoi A., Iacob I. und *Tudoroiu E.* : **Möglichkeiten der Reinigung und Verwertung des aus dem „Carbofluid" — Vorgang stammenden Rohgases.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 780—785

DK 669.141.247

Chițu Gh. : **Betrachtungen betreffs Verminderung der spezifischen Verbräuche bei Elektrostahlerzeugung.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 786—789

DK 669.715

Guțu D. und *Gheocalescu I.* : **Wirtschaftliche Optimierung der Erzeugung von Aluminiumlegierungen.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 790—791

DK 669.141.247—41

Călugăru Gh. und *Rabinovici R.* : **Beiträge zu dem Bau eines Magnetometers für Erforschung des Gefüges von Siliziumblech.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 792—793

DK 669.71 : 65.016

Morugă P.C. : **Prognose über die Aluminiumindustrie auf Weltstufe, 1990—2000.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 794—797

DK 621.74.013.5 : 628.517.2

Darabont A., Ghika Doina und *Cekhan-Racoviță Anca*: **Moderne individuelle Schutmittel gegen phonische Pollutionierung in Giessereien.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 798—801

DK 669.18

Chindler N. : **Anfänge der Eisenerzeugung in Hunedoara.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 802—805

CONTENTS

DC 669.1.013 : 725.4

Rădvan Șt. : **The ,,Entreprise for Iron and Steel Works Building'' — thirteen years of achievements on the platform of Iron and Steel Works — Galați.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 757–759

DC 669.15 : 621.785.52

Adăscăliței A. : **Determining and control of carbon potential in an endothermal controlled atmosphere by case-hardening of alloy steel.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 760–763

DC 621.785.5 : 621.3.023

Văiteanu D. and *Gheorghe C.* : **Influence of specific power upon depth and texture of hardened layer by means of high-frequency current.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 764–765

DC 621.867.2 : 628.58

Singer M.: **Dust removing in the transfer zone of belt conveyers.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 766–770

DC 669.334 : 669.537

Moucha V.Al. : **Electrochemical behaviour of Mn^{2+} ions during electrolytic two-step extraction of copper and zinc out of sulphate bath.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 771–773

DC 666.76

Daisa Adela : **Investigations regarding moulding by casting of some special refractory products.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 774–779

DC 662.764.2.074

Firescu V., Stoicoi A., Iacob I. and *Tudoroiu E.* : **Possibilities of cleaning and processing raw gasses resulting from the ,,Carbofluid''-process.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 780–785

DC 669.141.247

Chițu Gh. : **Considerations regarding reduction of specific consumptions in electric steel-making.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 786–789

DC 669.715

Guțu D. and *Gheocalescu I.* : **Economic optimation of aluminium-alloy making.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 790–791

DC 669.141.247–41

Călugăru Gh. and *Rabinovici R.* : **Contributions to the building of a magnetometer for studies of silicon sheet texture.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 792–793

DC 669.71 : 65.016

Morugă P.C. : **Forecasting regarding aluminium industry on world-wide scale, 1990–2000.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 794–797

DC 621.74.013.5 : 628.517.2

Darabont A., Ghika Doina and *Cekhan-Racoviță Anca* : **Modern means of individual protection against phonic polluation in foundries.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 798–801

DC 669.18

Chindler N. : **Beginnings of iron-making in Hunedoara.**

Metalurgia 25 (1973), nr. 12, p. 802–805

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

METALURGIA 12 1973

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI METALURGICE ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Întreprinderea de construcţii şi montaje siderurgice—Galaţi — treisprezece ani de realizări pe platforma Combinatului siderurgic gălăţean

Ing. Şt. Rădvan

Întreprinderea de construcţii şi montaje siderurgice — Galaţi

Construcţia Combinatului siderurgic de la Galaţi, rod al politicii de industrializare rapidă a României, a început în anii 1960—1961.

La 8 iulie 1973 s-au împlinit 13 ani de cînd, urmărind traducerea în viaţă a Directivelor celui de-al VIII-lea Congres al partidului, s-a elaborat Hotărîrea Comitetului Central şi a Consiliului de Miniştri privind amplasamentul, profilul şi unele măsuri pentru construirea Combinatului siderurgic — Galaţi.

În temeiul acestei hotărîri se dispune ca, începînd cu data de 1 octombrie 1960, să-şi înceapă activitatea Întreprinderea de construcţii şi montaje siderurgice — Galaţi.

Combinatul siderurgic — Galaţi a fost conceput ca o unitate cu ciclu integrat pentru a produce produse plate — tablă groasă, benzi laminate la cald şi benzi laminate la rece.

După o perioadă de pregătire, concretizată în experimentarea soluţiilor de fundare a viitoarelor construcţii, executarea unei baze de construcţii, realizarea legăturilor rutiere cu oraşul Galaţi, a reţelelor de alimentare cu apă şi energie, a început construcţia obiectivelor de bază.

Primele obiective realizate pentru viitorul combinat au fost cele din sectorul de întreţinere (atelierul de întreţinere mecanică şi electrică, modelăria, forja de întreţinere, anexele industriale 1—3), cantina Nord, lucrări din sectorul hidrotehnic (priza Siret) şi electroenergetic (staţii şi reţele de 110 kV), obiective necesare atît pentru deservirea şantierelor, cît şi pentru crearea decalajului necesar pornirii sectoarelor tehnologice.

Momentele mai însemnate în viaţa constructorilor gălăţeni au fost 17 iulie 1961, cînd s-a săpat prima cupă de pămînt pe platforma noului combinat, şi 8 aprilie 1963, cînd s-au început lucrările la hala Laminorului de tablă groasă,primul obiectiv de bază al combinatului.

14 septembrie 1966 — o altă zi memorabilă în viaţa constructorilor combinatului gălăţean, scrisă cu litere de aur în filele de istorie ale noii cetăţi de metal a patriei: primul obiectiv— Laminorul de tablă groasă — a prins viaţă, primele lingouri de oţel au fost transformate în tablă. Pe malul Dunării, la Galaţi, noul vlăstar al politicii partidului de industrializare socialistă a patriei, care pînă atunci trăia doar în schiţele şi calculele proiectanţilor, a devenit o realitate.

În această măreaţă zi, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, secretar general al C.C. al P.C.R., taie panglica inaugurală, marcînd începutul punerilor în funcţiune a obiectivelor productive ale combinatului, cu care ocazie conducătorii de partid şi de stat au scris în cartea de onoare:

„Apreciem în mod deosebit eforturile încununate de succes ale miilor de constructori şi montori care înalţă aici, la Galaţi, cea mai mare cetate a metalului românesc — Combinatul siderurgic. Îi felicităm şi le urăm la toţi muncă spornică pentru darea în funcţiune şi exploatare în cît mai bune condiţii a acestui combinat — rod al politicii de industrializare socialistă desfăşurată cu consecvenţă de partidul nostru".

Au urmat apoi fabrica de aglomerare, furnalul nr. 1 de 1 700 m³, oţelăria L.D., fabrica de

oxigen, laminorul Slebing și alte obiective conexe și de deservire.

Anul 1968 a fost atît pentru constructori, cît și pentru siderurgiștii gălățeni, anul marilor puneri în funcțiune, anul marilor înfăptuiri. Într-un răstimp scurt toate aceste obiective de bază, care dau pe deplin conturul combinatului siderurgic, au intrat în exploatare încheindu-se în mod strălucit ultima verigă a ciclului siderurgic. Galațiul a început să producă fontă, oțel și tablă groasă.

În anul 1969 au fost date în exploatare al doilea furnal de 1 700 m³, convertizorul 3 de la oțelărie și noi capacități de încălzire la laminorul Slebing, iar în anul 1970 a fost pus în funcțiune unul din cele mai mari și moderne obiective ale siderurgiei românești—laminorul de benzi la rece. În paralel, în toți acești ani au fost realizate numeroase obiective din sectoarele termoenergetic, electroenergetic, refractare, întreținere, hidrotehnic, plan general și transporturi etc., care să permită exploatarea în condiții normale a obiectivelor de bază.

Anul 1970 a marcat încheierea primei etape de construcție a combinatului siderurgic.

Continuînd în ritm susținut construcția obiectivelor Combinatului siderurgic — Galați, în primii doi ani ai actualului cincinal constructorii noștri au realizat un volum însemnat de lucrări, concretizat în finalizarea unor obiective, punerea în funcțiune a noii fabrici de aglomerare, punerea în funcțiune a furnalului nr .3 de 1 700 m³, asigurarea unui spor de capacitate la slebing ; punerea în funcțiune a laminorului de benzi la cald, obiectiv care constituie o premieră pe țară.

Sintetizînd activitatea constructorilor noștri pe platforma Combinatului siderurgic—Galați, se arată că pînă la sfîrșitul anului 1973 se va realiza un volum de construcții-montaj de peste 9,6 mld. lei, în condițiile unei creșteri a productivității muncii de aproape 4 ori și a unei eficiențe economice crescînd de la o perioadă la alta.

Referitor la principalele volume fizice realizate în această perioadă, inclusiv anul 1973, acestea ating nivele impresionante și anume :

— excavații pămînt peste 28,5 mil. m³ ;

— peste 3,7 mil. m³ beton simplu și armat turnate, folosindu-se peste 200 mii t armături ;

— circa 180 mii buc. piloți prefabricați și Franky pentru consolidări ;

— aproape 300 mii t construcție metalică montată, iar pentru utilarea obiectivelor s-au montat 210 mii t utilaje tehnologice ;

— au fost construiți și dați în circulație 285 km echivalenți de drumuri și căi ferate.

Ca urmare a ridicării calitative a muncii și a rezultatelor obținute în toate domeniile activității noastre, respectiv depășirea însemnată a planului de construcții-montaj, obținerea unor importante economii și beneficii peste sarcinile planificate, depășirea sarcinilor de creștere a productivității muncii, devansarea punerii în funcțiune a unor importante obiective — colectivului întreprinderii noastre i s-a decernat pe anii 1968, 1969 și 1970 diploma și steagul de întreprindere fruntașă în ramura construcții industriale.

Prevederile Congresului al X-lea al P.C.R., privind dezvoltarea industrială a României în actualul cincinal, au pus în fața siderurgiei sarcini de o deosebită importanță privind creșterea producției de oțel și valorificarea superioară a acesteia prin diversificarea producției de laminate.

În contextul acestor sarcini un rol de seamă îl va avea realizarea obiectivelor de pe platforma Combinatului siderurgic de la Galați, astfel încît la sfîrșitul actualului cincinal contribuția acestuia să reprezinte 47 % din producția de oțel și peste 90% din producția de laminate plate a țării.

Cincinalul 1971—1975 corespunde cu realizarea obiectivelor din etapa a II-a de dezvoltare a Combinatului siderurgic de la Galați, care să asigure creșterea producției de metal a economiei naționale, la nivelul prevederilor din hotărîrile Congresului al X-lea și ale Conferinței Naționale a P.C.R.

Volumul lucrărilor pe care I.C.M.S.G. le va realiza în cincinalul 1971—1975 reprezintă peste 2,5 % din valoarea de construcții-montaj, prevăzută a se realiza din investițiile centralizate pe ansamblul economiei naționale.

Deosebit de mobilizatoare sînt sarcinile stabilite în actualul cincinal privind productivitatea muncii, care urmează să fie dublată pînă în anul 1977.

La același nivel de exigență sînt stabilite pentru prezentul cincinal și sarcinile privind creșterea eficienței economice a întreprinderii.

În paralel cu lucrările de pe platforma C.S.G. întreprinderea noastră a executat lucrări de extinderi şi modernizări atît la o serie de unităţi republicane din ramura metalurgică, cît şi la o serie de obiective social-culturale şi din agricultură, printre care un frumos patinoar artificial, un complex sportiv, un motel, sere şi altele.

Deosebit de importantă este sarcina privind realizarea unei fabrici de aglomerare în străinătate, pentru care unitatea noastră are calitatea de furnizor general intern şi de antreprenor pentru construcţia acestui obiectiv.

Realizarea importantelor sarcini ce ne revin pentru viitor impune conjugarea eforturilor noastre în cadrul relaţiilor de colaborare cu aportul ce trebuie să-l aducă la aceasta proiectanţii, beneficiarii, forurile tutelare şi alte organe centrale, precum şi unităţile economice furnizoare de utilaje, echipamente, elemente prefabricate etc., astfel încît să fie asigurate condiţiile pentru desfăşurarea optimă a construcţiei obiectivelor combinatului siderurgic.

Pentru realizarea acestor sarcini se va pune şi în continuare un accent mare pe perfecţionarea şi extinderea metodelor avansate de execuţie, dezvoltarea mişcării de inovaţii şi raţionalizări, elaborarea de programe de optimizare pentru principalele activităţi.

Pentru a permite o coordonare şi urmărire cît mai eficientă a execuţiei lucrărilor se vor extinde metodele moderne intrate în practica întreprinderii noastre — conducerea execuţiei obiectivelor pe bază de grafice, reţea după metoda drumului critic. Rămîne în preocupările noastre ca o problemă importantă perfecţionarea sistemului de programare şi urmărire a producţiei, determinarea pe baze ştiinţifice a necesarului de forţe de muncă pe meserii pentru fiecare perioadă în parte, asigurarea pregătirii corespunzătoare a muncitorilor şi intensificarea acţiunilor de specializare şi perfecţionare a tuturor cadrelor de conducere şi de execuţie.

Avem convingerea că în această responsabilă angajare, asociată cu cadrul vast al măsurilor stabilite, organizaţia noastră de partid, conducerea colectivă şi operativă a unităţilor noastre va asigura mobilizarea puternicului colectiv de constructori în ampla întrecere socialistă, în spiritul unui profund patriotism, pentru a da viaţă hotărîrii colective de a munci în continuare cu şi mai multă dăruire, cu întreaga capacitate profesională, de efort şi punere în valoare a preţioasei experienţe dobîndite pe acest mare şantier al ţării, pentru perfecţionarea metodelor şi tehnologiilor de execuţie, pentru a ne spori contribuţia la realizarea sarcinilor ce revin siderurgiei atît în actualul cincinal, cît şi în perspectivă.

Stabilirea şi reglarea potenţialului de carbon într-o atmosferă cotrolată de tip endoterm la cementarea unor oţeluri aliate

Ing. A. Adăscăliţei
Întreprinderea mecanică Nicolina—Iaşi

CZ 669.15 :621.785.52

Unele studii în domeniul tratamentelor termice ale oţelurilor carbon în atmosfere controlate [1] stabilesc elementele de bază pentru determinarea caracteristicilor unei atmosfere endoterme, care însă trebuie completate de fiecare dată şi adaptate condiţiilor de fabricaţie.

S-au elaborat diagrame care dau corespondenţa dintre conţinutul de carbon al oţelurilor de tratat şi conţinutul în bioxid de carbon al atmosferei, pe de o parte, sau punctul de rouă, pe de altă parte, şi aceasta pentru diferite temperaturi de lucru.

Deoarece cementarea gazoasă prezintă numeroase avantaje faţă de cementarea în alte medii, această metodă este mult mai răspîndită. În plus, datorită faptului că prin folosirea atmosferelor controlate se asigură obţinerea unui potenţial de carbon determinat, procedeul se pretează la automatizări.

În cele ce urmează sînt expuse cîteva probleme legate de stabilirea potenţialului de carbon într-o atmosferă de tip endoterm, la cementarea unor oţeluri aliate. Întrucît diagramele elaborate de diverşi autori se referă numai la oţelurile carbon, nefiind valabile şi pentru oţelurile aliate şi slab aliate, s-a căutat ca, pornindu-se de la date cunoscute, să se stabilească condiţii optime privind potenţialul de carbon din atmosfera controlată, durata cementării şi presiunea din retortă şi cuptor, pentru a se ajunge la o anumită adîncime a stratului şi a se realiza, bineînţeles, anumite caracteristici ale piesei. (Pentru un oţel de cementare 18MoCNO6 în fig. 1).

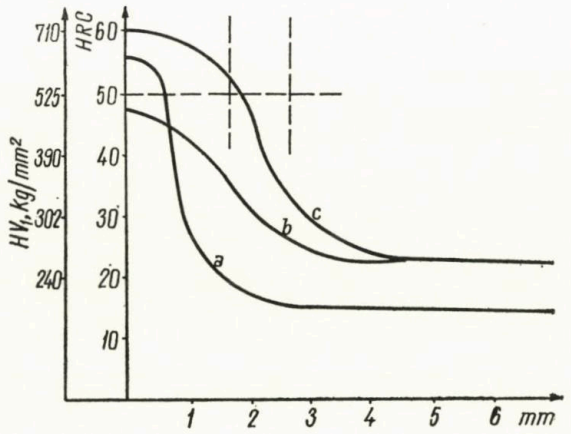


Fig. 1. Relaţia dintre adîncimea de cementare şi duritatea stratului : *a*—curba Fe+C (0,8 %) ; *b*—curba oţel 18MoCN06 ; *c*—curba 18 MoCN06+C (0,8 %).

Cuptorul folosit a fost de tip IRH, fabricat în ţară, iar generatorul de gaze, de fabricaţie străină, producea o atmosferă endotermă cu o compoziţie apropiată de forma : 31 % H_2; 0,4 %O_2 ; 22% CO ; 0,5 % CO_2 ; 0,5% H_2O ; 0,3 % CH_4 şi 45% N_2.

La cementarea în cuptor există un amestec gazos, a cărui compoziţie variază în timp, cele două componente avînd roluri diferite. Prima componentă, atmosfera endotermă, este utilizată ca sursă de oxid de carbon şi ca gaz purtător pentru a dilua hidrocarbura gazoasă, metanul. A doua componentă este metanul, care este folosit şi ca sursă de carbon şi pentru a regla reacţiile chimice din atmosfera cuptorului. Aceste două componente constituie tocmai atmosfera de cementare.

În această situaţie reglajul atmosferei se face la începutul cementării, variind procentul de gaz metan, pentru a asigura carbonului un transfer suficient de mare pe toată suprafaţa pieselor, iar mai apoi în apropierea echilibrului carbonului din şarjă şi din atmosfera cuptorului sau la realizarea acestuia, folosind una din cele două metode [2] a punctului de rouă sau a conţinutului de CO_2, după cum se vede în figura 2.

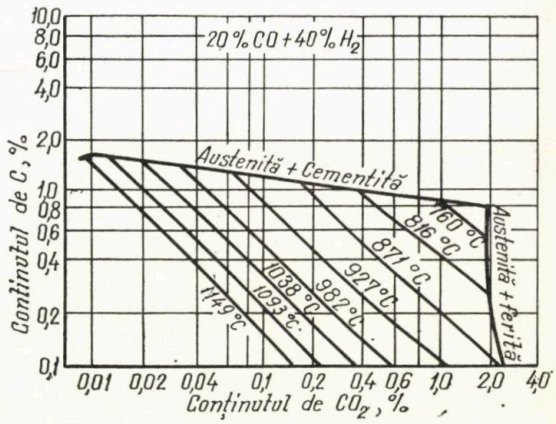


Fig. 2. Relaţia dintre conţinutul de bioxid de carbon din atmosfera endotermă şi conţinutul de carbon din oţel.

În cuptor şi pe măsură ce progresează reacţia de cementare transferul carbonului este pozitiv fiind absorbit de oţel, pornind de la oxidul de carbon (CO) şi eliberînd oxigenul (O_2), care formează vapori de apă şi bioxid de carbon (CO_2). Dat fiind creşterea conţinutului în aceşti

constituenţi este necesar să se introducă gaz metan pentru a restabili potenţialul de carbon necesar. Acest lucru este evident deoarece nu se poate avea simultan difuziune şi menţinerea unui conţinut de carbon la suprafaţă decît dacă există un aport continuu de carbon la această suprafaţă. Aceasta implică în plus necesitatea ca compoziţia gazoasă să fie mai carburantă [3] decît aceea care ar fi în echilibru cu compoziţia dorită în păturile superficiale ale oţelului.

Dacă se notează cu C_0 concentraţia iniţială a carbonului din oţel, în cazul adiţionării la atmosfera endotermă a cuptorului a gazului metan, concentraţia C din oţel după un timp t va fi dată de o relaţie experimentală [4] care are forma:

$$C^{1,1} - C_0^{1,1} = k \cdot t \qquad (1)$$

Această relaţie este valabilă atît timp cît faza γ nu este saturată în carbon şi proporţia de gaz metan este cuprinsă între 1 şi 3 % din atmosfera endotermă.

Practic însă lucrurile se complică din pricina utilizării de oţeluri de cementare care conţin şi elemente de aliere la care se mai adaugă şi faptul că de obicei adaosul de gaz metan depăşeşte 10 % din atmosfera endotermă. Pentru oţelurile aliate datele din literatură sînt relativ puţine, cele prezentate de unii autori bazîndu-se pe material experimental redus.

În tot cazul cînd în oţel sînt elemente de aliere, cu tensiuni de disociere mici şi în cantităţi mici nu apar alte fenomene faţă de oţelul carbon. Dar cînd elementele de aliere sînt în cantităţi mari, la anumite temperaturi se ajunge la o fixare directă a carbonului, acesta împărţindu-se între elementele de aliere şi austenită. La aceasta se mai adaugă şi faptul că în austenita saturată conţinutul de carbon poate să varieze destul de mult faţă de carbonul total. În figura 3 sînt prezentate grafic o serie de date [6] care arată că stratul exterior carburat la oţelurile aliate de cementare este influenţat de potenţialul de carbon al atmosferei şi de elementele de aliere. Astfel, cu excepţia nichelului şi a wolframului efectul elementelor de aliere creşte cu potenţialul de carbon al atmosferei. De asemenea, elementele de aliere introduc un decalaj al cementării stratului faţă de potenţialul carbon. Vanadiul, nichelul şi siliciul influenţează pozitiv decalajul, în timp ce toate celelalte elemente influenţează negativ; deci dacă se tratează un oţel carbon atmosfera controlată va avea un anumit potenţial de carbon. Dacă se va trata în schimb un oţel aliat, potenţialul de carbon va trebui scăzut în toate cazurile în care el va conţine Mn, Cr, B, Mo, Ti, W şi va trebui crescut proporţio-

Tabela 1

Marca oţelului	STAS	Compoziţia chimică, %									K calculat	Cc oţel carbon	K realizat	HRC duritate	Profunzime de cementare, mm
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al							
OLC 15	880—66	0,12—0,19	0,17—0,37	0,35—0,65	—	—	—				0,993	0,8	1,00	50—62	1,2—1,6
18MClo		0,15—0,22	0,17—0,37	0,90—1,20	0,90—1,20	—	—				0,911	0,8	0,90	60—65	1,1—1,5
18MoCN13	791—66	0,15—0,21	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	1,20—1,50	0,15—0,30	—			0,883	0,8	0,95	58	0,8—1,2
18MoCN06	791—66	0,15—0,21	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,50—0,80	0,15—0,30	—			0,904	0,8	0,95	50—60	0,8—1,2
21MoMc12	791—66	0,18—0,24	0,17—0,37	0,80—1,20	1,00—1,40	—	0,20—0,30				0,893	0,8	0,90	50—60	1,2—1,6

nal cu V, Ni şi Si conţinut. Acest lucru se poate exprima matematic prin relaţia:

$$\%C = \%\ C_e - (k_1Mn + k_2Cr + k_3B + k_4Mo + k_5Ti + k_6W) + (k_7V + k_8Ni + k_9Si) \quad (2)$$

unde % C este conţinutul de carbon într-un oţel carbon, iar $\%C_e$ este conţinutul procentual de carbon într-un material aliat.

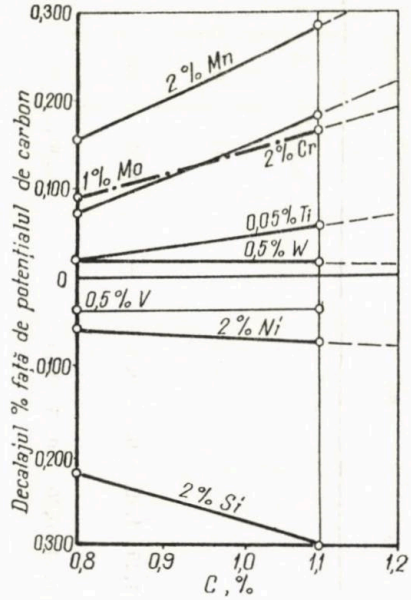


Fig. 3. Influenţa elementelor de aliere asupra stratului de cementare.

S-au stabilit chiar valori [6] pentru o parte din aceşti coeficienţi obţinîndu-se:

$$\log \frac{\%C_e}{\%C} = \%Si \cdot 0{,}055 - \%Mn \cdot 0{,}013 - \%Cr \cdot 0{,}040 - \%Ni \cdot 0{,}0143 - \%Mo \cdot 0{,}013 \quad (3)$$

Pentru anumite oţeluri s-a ajuns [7] la forma mult simplificată unde k este constant pentru o anumită calitate:

$$\%C_e = k \cdot \%C$$

În această situaţie se fac o serie de determinări ale lui k pentru oţeluri întrebuinţate mai frecvent la cementare. Pentru acestea s-a ţinut seama de faptul că adîncimea stratului carburat din oţel ca şi conţinutul acestuia în carbon variază cu presiunea din retortă [8] (fig. 4). În condiţii de stabilitate, indicate în figura 5, s-au făcut măsurători ale adîncimii stratului carburat în oţelul OLC 15, în mm, la durate diferite de menţinere.

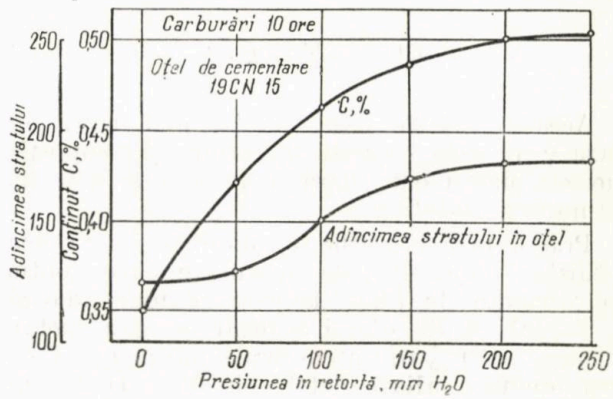


Fig. 4. Variaţia adîncimii stratului şi a conţinutului de carbon în strat în funcţie de presiunea atmosferei.

De asemenea, supunînd carburării diferite oţeluri de cementare în atmosfera endotermă a cuptorului, cu valoarea punctului de rouă în cuptor cuprinsă între — 2,5°C şi — 6°C, adaos de gaz metan în proporţie de 8—12%, temperatură 900°C şi durata de menţinere în medie de 10 h s-au obţinut datele din tabela 1.

O analiză comparativă a rezultatelor obţinute din punct de vedere al conţinuturilor maxime

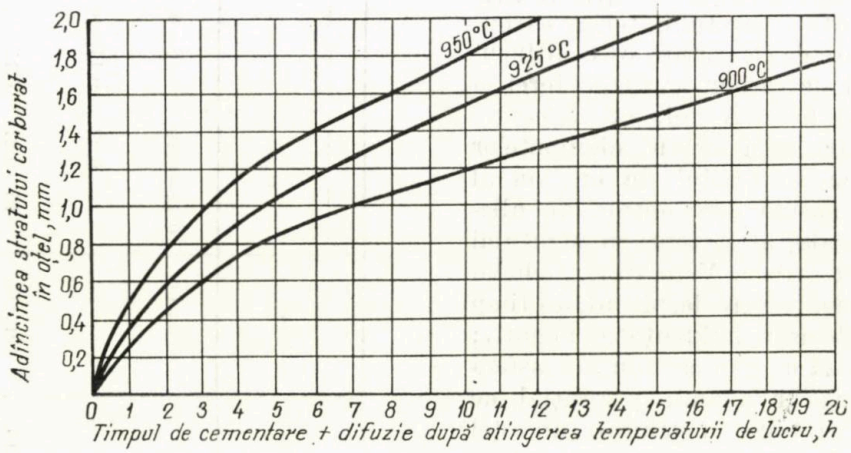


Fig. 5. Relaţia dintre adîncimea stratului carburat în oţel şi durata cementării: presiunea în generator 70...75 mm H_2O; gaz metan 8...12% din atm. endo.; punctul de rouă în cuptor —2,5... —6%C; punctul de rouă în generator — 3,3...+ 3,3%C; atmosfera endo.: 31% H_2, 0,4% O_2, 22% CO, 0,5% CO_2, 0,5% H_2O, 0,3% CH_4.

și minime ale carbonului în stratul cementat, cu date potrivit uzuanțelor unor uzine străine (fig. 6), cît și cu datele din tabela 1, care redau condițiile tehnice impuse de proiectant, duc la următoarele concluzii :

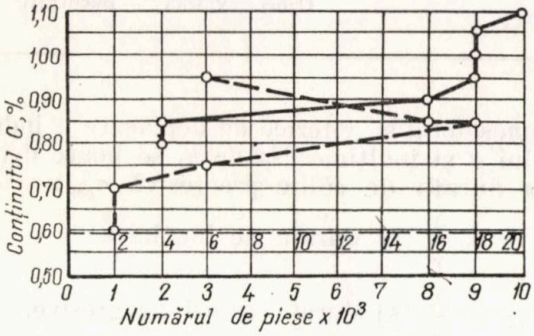


Fig. 6. Relația dintre numărul de piese cementate și conținutul de carbon al stratului : — — — conținut minim —— — conținut maxim.

— Variația conținutului de carbon în stratul cementat de la suprafață spre adîncime la o anumită temperatură este în funcție de durata menținerii și de potențialul de carbon al atmosferei. O temperatură de cementare mai mică este indicată.

— Stabilirea potențialului de carbon în atmosferă se face în funcție de conținutul de carbon ce trebuie să existe în strat. În cazul oțelurilor aliate de cementare conținutul de carbon al atmosferei va fi mărit sau scăzut, după caz, în funcție de elementele de aliere pe care le conține oțelul. Acest lucru se poate stabili într-o primă aproximație matematic, ulterior definitivîndu-se experimental.

— În general valorile C_c și C nu diferă prea mult, iar în cazul cînd se mențin temperatura de lucru și durata cementării variația potențialului de carbon între anumite limite duce, în primul rînd, la alte adîncimi ale stratului carburat și la alte conținuturi de carbon însă acestea se încadrează în general în limitele admise uzual.

— Practic se poate ca în timpul cementării unor șarje să se introducă probe martor din oțelul carbon care se cunoaște și un oțel căruia trebuie să i se determine coeficientul k, iar după menținerea respectivă în atmosferă se determină adîncimile de cementare. Dacă cele două probe au adîncimi de cementare diferite se obține o indicație aproximativă a valorii și anume : $k = \frac{a}{a_c}$.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bost M. *Elemente de bază pentru determinarea caracteristicilor unei atmosfere endoterme.* Traitement thermique 56—71, p. 29—36 și 57—71, p. 27—36.

[2] Allen Gray G. *Practica tratamentelor termice în Statele Unite.* Traitement thermique 62—71, p. 47—55.

[3] Kates N. *Un alt aspect privind cementarea la temperatură ridicată* (Another Look at high-temperature carburizing). Metal Progress, ian. 1970, p. 90—91.

[4] * * * *Studiu termogravimetric al comportării la cementare gazoasă a oțelurilor CD4, NC6, MC5.* Revue de Métalurgie, nov. 1970, p. 931—943.

[5] * * * *Influence de l'atmosphère et des éléments d'alliage sur la carburation superficielle par cementation gazeuse.* Revue de Métallurgie, vol. 65, nr. 11, nov. 1968, p. 761—770.

[6] Gunnarsson St. *Einfluss von Legierungsstoffen auf den kohlen stoffgehalt von aufgekohlten Einsatzstählen.* Härtherei-Tehnische Mitteilungen, nr. 4, vol. 22,1967, p. 293—295.

[7] Salonen R. și Salonen M. *Einfluss von Legierungselementen auf den kohlenstoff und Sticktoffgehalt von karbonitrierten Einsatzstählen.* Härterei-Tehnische Mitteilungen, nr. 3, vol. 25, 1970, p. 161—164.

[8] Hanke H. și Landenberg H.J. *Cercetări asupra rezistenței la încovoiere statică a oțelului de cementare 18NiCrMo14 călit după cementare și carbonitrurare în atmosferă gazoasă.* Härterei — Tehnische Mitteilungen, nr. 2, vol. 24, iulie 1969, p. 81—82.

Influența puterii specifice asupra mărimii și structurii stratului călit superficial prin curenți de înaltă frecvență

Ing. D. Văiteanu
Ministerul Industriei Construcțiilor de Mașini Grele
ing. C. Gheorghe
Uzina „Vulcan" — București

CZ 621.785 :621.3.023

La călirea superficială prin curenți de înaltă frecvență încălzirea stratului superficial se poate realiza cu viteză mare la temperatura de austenitizare, fără riscul supraîncălzirii superficiale.

Călirea superficială prin curenți de înaltă frecvență oferă posibilitatea realizării unei productivități care depășește cu mult pe cea realizată în cazul încălzirii în cuptoare, băi de săruri sau flacără. La încălzirea în cuptoare căldura se transmite de la suprafață spre interior prin conducție. La încălzirea prin inducție căldura se produce direct în masa metalului pe adîncimea de pătrundere a curenților de inducție.

În R.S. România procedeul de călire superficială prin curenți de înaltă frecvență s-a extins la un nivel comparabil cu cel al țărilor dezvoltate industrial cu tradiție.

Prin utilizarea curenților de înaltă frecvență la încălzirea și menținerea la temperatură pentru aplicarea procedeelor de tratamente termice se scurtează ciclul tehnologic de cinci pînă la zece ori.

Materialul și metodica de cercetare. În vederea stabilirii modului cum influențează puterea specifică asupra mărimii stratului călit s-au făcut o serie de experimentări pe probe de oțel de calitate specific călirii superficiale prin curenți de înaltă frecvență. Calitatea de oțel luată în studiu a fost OLC 45.

Epruvetele debitate și strunjite s-au tratat termic. După tratamentele termice aplicate (călire, revenire, normalizare, recoacere pe grupe de epruvete) acestea s-au adus la cotele finale prin rectificare la o mașină orizontală. Ca metodă de călire superficială s-a ales metoda continuă—progresivă cu rotire. Ca mediu de călire s-a folosit apă fiind un oțel nealiat și de îmbunătățire. Înălțimea inductorului h_i de tipul monospiră cu răcire directă este de 15 mm. Înălțimea h_i a inductorului se determină în așa fel încît să ocupe întreaga suprafață de încălzire simultană, determinată de puterea maximă a generatorului, la durata lui de încălzire.

În cazul de față înălțimea h_i a inductorului este mai mică decît lungimea piesei h_p deci se impune ca metodă de călire metoda progresivă.

Cunoscîndu-se vitezele de deplasare a inductorului v și înălțimea sa de h_i se poate determina durata de călire progresivă $\tau_{căl}$:

$$\tau = \frac{h_i}{v}\ [\text{s}]\ \text{durata de încălzire}$$

$$\tau_{căl} = \frac{h_e}{v}\ [\text{s}]\ \text{durata călirii progresive.}$$

Vitezele de deplasare ale inductorului au fost: $v_1 = 1{,}8$ mm/s; $v_2 = 2{,}8$ mm/s; $v_3 = 4{,}6$ mm/s.

Experimentările s-au efectuat pe o mașină de tip I.I.S. Automatica, cu generator de 8 000 Hz.

S-au făcut cercetări folosindu-se două puteri specifice: $p_1 = 1{,}0$ kW/cm² și $p_2 = 1{,}5$ kW/cm². Prin putere specifică se înțelege puterea disipată pe unitatea de suprafață, kW/cm².

Adîncimea de călire nu depinde numai de frecvența folosită, ci și de puterea specifică a sursei de curent de înaltă frecvență, p_o, în kW/cm², precum și de durata de acțiune a curentului τ.

După călirea superficială probele au fost pregătite pentru observarea stratului călit și a structurii. Măsurarea stratului călit s-a făcut la un microscop tip IOR.

Datele centralizate sînt prezentate în tabelele 1 și 2.

Tabela 1

Energia specifică, kWs/cm²	Puterea specifică, kW/cm²	Adîncimea stratului călit, mm		
		Tratamente termice anterioare călirii		
		recoacere	normalizare	îmbunătățire
3,26	1,00	0,90	1,30	1,28
4,87	1,50	1,50	1,90	2,00
5,35	1,00	1,80	2,10	2,20
8,05	1,50	2,80	3,50	3,70
8,35	1,00	3,55	3,80	3,85
12,5	1,50	5,50	5,70	5,90

Tabela 2

Energia specifică, kWs/cm²	Puterea specifică, kW/mm²	Durata încălzirii, s		
		τ_1	τ_2	τ_3
		8,35	5,35	3,26
e_g 11	1,0	8,35	—	—
e_g 12	1,0	—	5,35	—
e_g 13	1,0	—	—	3,26
e_g 21	1,5	12,5	—	—
e_g 22	1,5	—	8,05	—
e_g 23	1,5	—	—	4,87

Determinarea energiei

— Înălțimea inductorului, $h_i = 15$ mm;
— Vitezele de deplasare ale inductorului:

$$v_1 = 1{,}8 \text{ mm/s};$$

$$v_2 = 2{,}8 \text{ mm/s};$$

$$v_3 = 4{,}6 \text{ mm/s}.$$

— Durata încălzirii:

$$\tau = \frac{h_i}{v} \text{ s}$$

$$\tau_1 = 8{,}35 \text{ s}$$

$$\tau_2 = 5{,}35 \text{ s}$$

$$\tau_3 = 3{,}26 \text{ s}$$

— Energia specifică:

$$e_g = p_o \cdot \tau, \text{ kWs/cm}^2$$

Variația stratului călit superficial în funcție de puterea specifică, respectiv energia specifică, este prezentată în figura 1.

$$s_c = f(e_g)_p = 1{,}0 \text{ kW/cm}^2$$

$$v_1 \neq v_2 \neq v_3$$

pentru cazul cînd epruvetele au fost tratate anterior (călire + revenire) călirii superficiale.

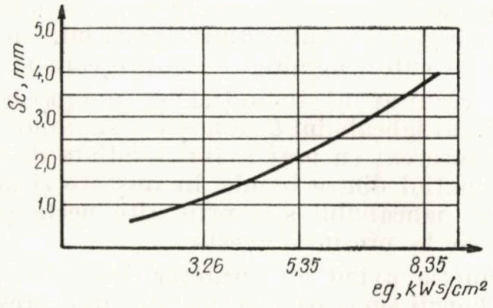


Fig. 1: $s_c = f(e_g)p = 1{,}0$ kW/cm²
$v_1 \neq v_2 \neq v_3$

În figura 2 curba $s_c = f(e_g)_p = 1{,}5$ kW/cm²
$v_1 \neq v_2 \neq v_3$

are o alură asemănătoare cu curba trasată pentru alte valori (fig. 1) și indică direct că creșterea stratului s_c este direct proporțională cu creșterea energiei specifice.

Creșterea adîncimii de călire este determinată pentru $e_g = \text{const.}$ ($p_o = ct$, $v_o = ct$) de structura inițială a epruvetelor. Astfel, cu creșterea importanței tratamentului termic aplicat epruvetelor de încercare crește și mărimea stratului călit la aceeași putere specifică, respectiv la aceeași energie specifică.

Structura de îmbunătățire oferă posibilitatea obținerii pe o adîncime mai mare a efectelor încălzirii și răcirii brusce datorită formei, dispoziției și repartiției constituenților structurali.

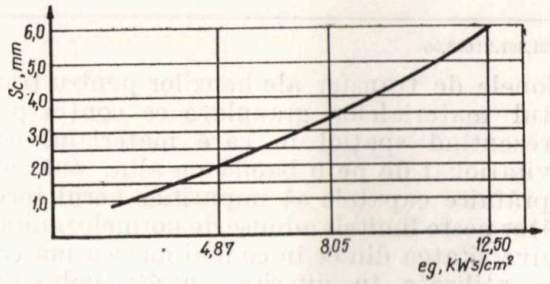


Fig. 3: $s_c = f(e_g)$ $p = 1{,}5$ kW/cm²
$v_1 \neq v_2 \neq v_3$

Se constată că o dată cu creșterea vitezei de deplasare a inductorului la $p_o = \text{const.}$ energia specifică e_g scade, de unde rezultă că straturile formate vor fi mici.

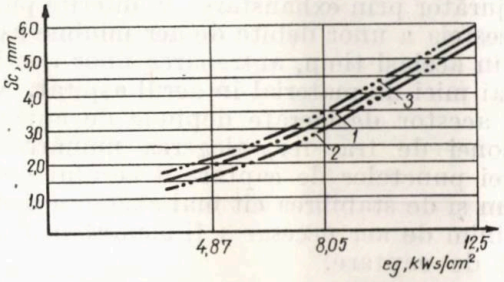


Fig. 3: $s_c = f(e_g)p = 1{,}5$ kW/cm²
$v_1 \neq v_2 \neq v_3$
1 — normalizare; *2* — recoacere; *3* — călit + revenit.

Concluzii

— Cu creșterea puterii specifice, deci și a energiei specifice, crește și adîncimea de călire [s_c], mm.
— Creșterea mărimii stratului călit superficial este cu atît mai însemnată, cu cît structura anterioară călirii superficiale favorizează transformările în stare solidă.
— Duritatea pe suprafața cilindrică a epruvetelor a fost practic constantă, ceea ce dovedește că temperatura la care a avut loc călirea superficială a dat posibilitatea desăvîrșirii transformărilor structurale, straturile avînd suficient timp de menținere la temperatura de austenitizare atît pentru puteri specifice egale cu $p_o = 1{,}0$ kW/cm², cît și pentru $p_o = 1{,}5$ kW/cm² la $v_1 \neq v_2 \neq v_3$, [mm/s].

Curbele trasate $s_c = f\ (e_g)_p = ct$

$$v_1 \neq v_2 \neq v_3$$

dau posibilitatea unei orientări practice în ceea ce privește modul de alegere a mărimii stratului cifat în funcție de puterea specifică, energia specifică sau puterea de generator.

Desprăfuirea zonelor de transfer ale transportoarelor cu bandă

Ing. M. Singer
Centrul de proiectare — cercetare metalurgică — Galaţi

CZ 621,867,2:628,58

Zonele de transfer ale benzilor pentru transportul materialelor granulare ce conţin praf, reprezentînd spaţiul în care materialul cade gravitaţional de pe o bandă pe alta, sînt surse de prăfuire capabile să impurifice aerul înconjurător peste limitele admise de normele sanitare.

Diversitatea din ce în ce mai mare a materialelor utilizate în diferite unităţi industriale şi creşterea continuă a cantităţilor transportate fac ca desprăfuirea corectă a zonelor de transfer a benzilor transportoare să constituie o problemă de maximă importanţă.

Pentru a putea fi considerată eficientă, desprăfuirea unei zone de transfer trebuie să împiedice dispersarea prafului în aerul înconjurător prin exhaustarea în diferite puncte ale acesteia a unor debite de aer minime asigurînd, în acelaşi timp, antrenarea unor cantităţi cît mai mici de material în aerul aspirat. Atingerea acestor deziderate depinde de amenajarea zonei de transfer, alegerea numărului şi poziţiei punctelor de captare a aerului prăfos, precum şi de stabilirea cît mai exactă a debitului minim de aer necesar a fi aspirat în fiecare punct de captare.

Analizînd fenomenele de prăfuire ce au loc la transbordarea materialelor granulare de pe o bandă pe alta, lucrarea de faţă îşi propune să prezinte o metodă de calcul al necesarului de aer asiprat, precum şi mijloacele ce pot fi utilizate în scopul reducerii acestuia la o valoare minimă în vederea obţinerii unei desprăfuiri eficiente.

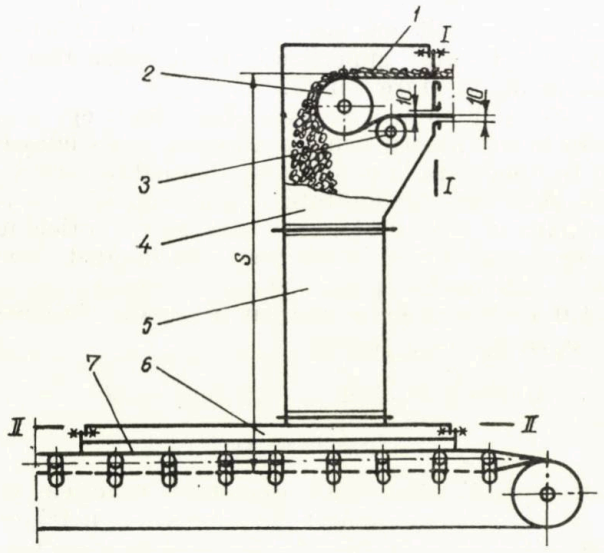


Fig. 1. Zonă de transfer între două transportoare cu bandă.

Mecanismele de dispersie a prafului. Zona de transfer a benzilor transportoare se amenajează, în general, ca în figura 1.

Tamburul de antrenare *2* al benzii superioare *1*, împreună cu rola de întindere *3*, sînt introduse într-o carcasă *4*. Această parte a zonei de transfer este denumită pe scurt punct de descărcare. Materialul vărsat de banda superioară cade prin elementul de legătură *5* pe banda inferioară *7*, prevăzută cu jgheabul *6*. Partea inferioară a zonei de transfer este denumită punct de alimentare sau punct de încărcare.

Carcasa *4* şi elementul de legătură *5* pot avea diferite amenajări interioare sau diferite înclinaţii ale pereţilor, funcţie de poziţia în spaţiu a celor două benzi, de condiţiile de curgere ale materialului transbordat sau dictate de cerinţele unei bune desprăfuiri.

La căderea materialului de pe banda superioară *1*, în interiorul carcasei *4* şi elementului de legătură *5*, se formează o coloană de granule în mişcare ce antrenează prin frecare aerul înconjurător, producînd o inducţie de aer sub jgheabul *6* al benzii inferioare *7*.

Pe de altă parte, atunci cînd materialul în cădere atinge suprafaţa benzii, are loc o compactare a acestuia care generează o expulzare energică a aerului dintre porii lui, fenomen cunoscut sub denumirea de împroşcare (splash).

Ca rezultat al inducţiei şi împroşcării în interiorul jgheabului *6* se naşte o suprapresiune, aerul încărcat cu praf avînd tendinţa de a ieşi prin spaţiul dintre banda în mişcare şi pereţii ficşi ai jgheabului sau prin alte neetanşeităţi pe care le prezintă acesta.

Inducţia avînd un caracter descendent, carcasa benzii superioare se va afla în depresiune.

Din această distribuţie a presiunilor în interiorul zonei de transfer a materialului rezultă că pentru a împiedica dispersarea aerului prăfos este necesar ca pe jgheabul benzii inferioare să se amenajeze unul sau mai multe puncte de captare, debitul aspirat prin ele trebuind să asigure atît evacuarea aerului indus de căderea materialului, cît şi de captarea curenţilor generaţi de fenomenul de împroşcare.

În interiorul carcasei benzii superioare pot avea loc fenomene de prăfuire secundară care justifică amenajarea unui punct de aspiraţie. Astfel de fenomene sînt generate de curăţătorul de bandă sau de scuturarea ramurii inferioare a benzii atunci cînd aceasta trece peste rola de întindere.

Pentru a proteja carcasa împotriva uzurii, în interiorul ei se practică, de obicei, un prag pe care se formează un pat de material (fig. 2) ce împiedică eroziunea. Amenajarea acestui prag duce în acelaşi timp la o micşorare a inducţiei, prin faptul că reduce viteza materialu-

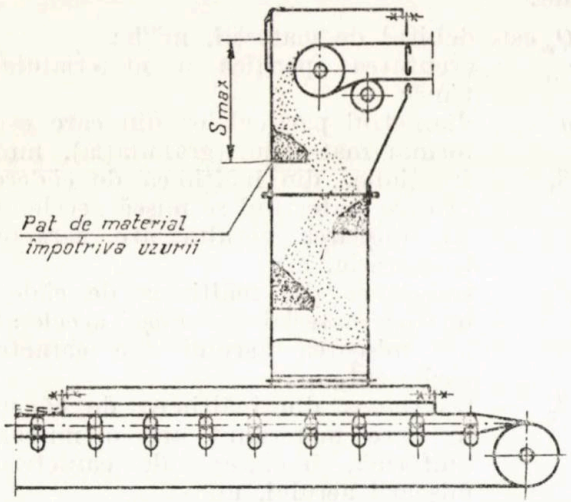


Fig. 2. Carcasă şi element de legătură cu praguri împotriva inducţiei.

lui în cădere. Pe de altă parte însă la atingerea pragului de către materialul în cădere se produce o împroşcare, iar captarea curenţilor de aer prăfos impune amenajarea unui punct de aspiraţie.

Punerea în depresiune a carcasei benzii superioare este deci o problemă care se soluţionează de la caz la caz în funcţie de elementele constructive specifice acestor utilaje.

Desprăfuirea punctelor de alimentare. Din analiza fenomenelor de prăfuire ce au loc într-un punct de alimentare al unui transportor cu bandă rezultă că debitul de aer necesar a fi aspirat prin punctele de captare amenajate pe jgheabul acestuia poate fi calculat cu relaţia:

$$Q_j = Q_i + Q_s, \ \text{m}^3/\text{s}, \qquad (1)$$

unde Q_i este debitul de aer indus prin căderea gravitaţională a materialului, m³/s; Q_s — debitul de aer necesar pentru a capta curenţii de aer prăfos rezultaţi din împroşcare, m³/s.

Debitul de aer indus poate fi determinat din relaţia:

$$N = pQ_i, \ \text{kgf}\cdot\text{m/s}, \qquad (2)$$

unde N este puterea transmisă aerului prin frecare de materialul aflat în cădere gravitaţională; p — presiunea curentului de aer generat prin inducţie, kgf/m².

Pentru determinarea acestei presiuni autorul prezintă, în continuare, un calcul, care ţine seamă de faptul că mişcarea aerului în zonele de transfer este obstrucţionată de prezenţa carcaselor ce închid parţial aceste zone faţă de aerul înconjurător.

Scriind ecuaţia lui Bernoulli pentru curentul de aer indus între planul neetanşeităţilor carcasei I — I (fig. 1) şi planul jgheabului benzii inferioare II — II rezultă:

$$\frac{V_2^2\gamma}{2g} = p - \xi\,\frac{V_1^2\gamma}{2g}$$

sau: $p = \dfrac{\gamma}{2g}(\xi V_1^2 + V_2^2)$, kgf/m² (3)

unde:

ξ este coeficientul de rezistenţă locală la intrarea aerului prin neetanşeităţile carcasei;

V_1 — viteza aerului la intrarea prin neetanşeităţile carcasei, m/s;

V_2 — viteza aerului în interiorul elementului de legătură, m/s;

γ — greutatea specifică a aerului 1,20 kgf/m³;

g — acceleraţia gravitaţională 9,81 m/s².

Coeficientul de rezistenţă locală ξ este funcţie de raportul dintre suprafaţa neetanşeităţilor carcasei A_1 şi suprafaţa secţiunii elementului de legătură A.

Pentru rapoarte $A_1/A = 0{,}1 \ldots .0{,}5$ coeficientul ξ variază între limitele 1,5 şi 2,5.

Considerînd în medie $\xi = 2$, relaţia (3) devine:

$$p = \frac{\gamma}{g}\left(V_1^2 + \frac{V_2^2}{2}\right) \qquad (4)$$

Dat fiind că suprafaţa neetanşeităţilor carcasei este mult mai mică decît suprafaţa secţiunii elementului de legătură, V_2 va fi mai mic decît V_1, iar termenul $\dfrac{V_2^2}{2}$ va putea fi neglijat în raport cu termenul V_1^2, ecuaţia (4) devenind:

$$p = \frac{\gamma V_1^2}{g} = \frac{\gamma Q_i^2}{gA_1^2}$$

Substituind această expresie în ecuaţia puterii (2) se obţine:

$$N = \frac{Q_i^3\cdot\gamma}{A_1^2 g}$$

de unde rezultă:

$$Q_i = 2\sqrt[3]{A_1^2 N}, \ \text{m}^3/\text{s} \qquad (5)$$

Se observă că debitul de aer indus va fi cu atît mai mic, cu cît suprafaţa neetanşeităţilor din carcasă va fi mai mică. Acest lucru trebuie avut în vedere la construcţia carcaselor

în sensul limitării la o valoare minimă a suprafeţelor deschise.

Mărimea A_1 trebuie determinată pentru fiecare carcasă în parte funcţie de elementele ei constructive.

Construcţiile uzuale de carcase lasă în jurul celor două ramuri ale benzii superioare o fantă de 8—10 mm (fig. 1). Dacă se ţine seamă şi de neetanşeităţile gurilor de vizitare, atunci pentru aceste construcţii suprafaţa neetanşeităţilor carcasei A_1 poate fi calculată cu suficientă precizie din relaţia :

$$A_1 = 5 \times 10^{-5} B, \text{ m}^2 \qquad (6)$$

unde B este lăţimea benzii transportoare, mm.

Puterea transmisă aerului de materialul în cădere depinde de caracterul mişcării acestuia, care poate fi accelerată sau uniformă, şi de regimul de curgere a aerului, care poate fi laminar, tranzitoriu sau turbulent. Este de menţionat că în lungul traiectoriei granulelor de material atît mişcarea acestora, cît şi mişcarea aerului îşi pot schimba caracterul.

Curgerea laminară a aerului indus se întîlneşte pe porţiuni foarte scurte ale traiectoriei granulelor de material şi, din această cauză, nu prezintă un interes practic, putînd fi neglijată.

Puterea transferată aerului de materialul în cădere N poate fi calculată cu relaţiile cunoscute (5) din teoria inducţiei.

În cazul cel mai general, atunci cînd mişcarea materialului şi aerului îşi schimbă caracterul în lungul traiectoriei trecînd prin toate fazele posibile, puterea N se poate scrie :

$$N = Q_m (0{,}19 \frac{S_1^{1,7}}{d^{1,6}} + 0{,}11 \frac{S_2^2}{d} + 0{,}28\, \gamma_m\, S_3), \text{ kgf·m/s}, \qquad (7)$$

unde:

Q_m este debitul de material, m³/h ;

γ_m — greutatea specifică a materialului, t/m³ ;

d — diametrul particulelor din care este format materialul (granulaţia), mm;

S_1 — fracţiunea din înălţimea de cădere, în care materialul se mişcă accelerat, iar mişcarea aerului are caracter tranzitoriu, m ;

S_2 — fracţiunea din înălţimea de cădere în care materialul se mişcă accelerat, iar mişcarea aerului are caracter turbulent, m ;

S_3 — fracţiunea din înălţimea de cădere în care materialul are o mişcare uniformă, indiferent de caracterul mişcării aerului, m.

Mărimile S_1, S_2 şi S_3 sînt funcţie de diametrul d al particulelor de material şi de înălţimea de cădere $S = S_1 + S_2 + S_3$, ceea ce face ca aplicarea relaţiei (7) să fie foarte greoaie în practică.

Pentru a evita acest neajuns se propune introducerea următoarelor notaţii :

$$C_1 = 0{,}19 \frac{S_1^{1,7}}{d^{1,6}} + 0{,}11 \frac{S_2^2}{d} \text{ şi } C_2 = 0{,}28\, S_3$$

Tabela 1

Valorile parametrului C_1

d mm \ S m	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
⩽0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,6	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
0,8	0,114	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122
1,0	0,080	0,130	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186
1,2	0,059	0,092	0,142	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
1,5	0,042	0,068	0,100	0,147	0,177	0,200	0,204	0,205	0,211	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217
1,8	0,031	0,051	0,074	0,108	0,118	0,120	0,123	0,131	0,147	0,189	0,189	0,189	0,189	0,189	0,189	0,189	0,189
2,0	0,026	0,043	0,063	0,075	0,079	0,082	0,087	0,099	0,116	0,177	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
2,2	0,023	0,037	0,051	0,054	0,060	0,065	0,071	0,086	0,104	0,169	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
2,5	0,018	0,024	0,028	0,035	0,046	0,052	0,060	0,077	0,098	0,167	0,257	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326
3,0	0,013	0,024	0,037	0,053	0,073	0,083	0,095	0,120	0,148	0,231	0,333	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592
4,0	0,009	0,018	0,028	0,040	0,054	0,062	0,070	0,088	0,110	0,172	0,248	0,385	0,688	0,778	0,778	0,778	0,778
5,0	0,008	0,014	0,022	0,032	0,043	0,050	0,056	0,071	0,088	0,138	0,198	0,352	0,550	0,792	0,973	0,973	0,973
8,0	0,005	0,009	0,014	0,020	0,027	0,032	0,036	0,045	0,056	0,088	0,126	0,224	0,350	0,504	0,686	0,896	1,400
10,0	0,004	0,007	0,011	0,016	0,022	0,025	0,028	0,036	0,044	0,069	0,099	0,176	0,275	0,400	0,539	0,704	1,100
15,0	0,003	0,005	0,007	0,011	0,014	0,016	0,019	0,024	0,029	0,046	0,067	0,117	0,183	0,263	0,358	0,467	0,730
20.0	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,018	0,022	0,034	0,050	0,088	0,138	0,198	0,270	0,352	0,550
30,0	0,001	0,002	0,004	0,005	0,007	0,008	0,009	0,012	0,015	0,023	0,033	0,059	0,093	0,133	0,181	0,237	0,370
40,0	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009	0,011	0,017	0,025	0,036	0,069	0,099	0,135	0,176	0,275
50,0	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009	0,014	0,020	0,035	0,055	0,079	0,108	0,141	0,220
60,0	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,011	0,016	0,029	0,045	0,065	0,088	0,115	0,180
70,0	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,010	0,014	0,026	0,040	0,058	0,078	0,102	0,160
80,0	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,006	0,009	0,013	0,022	0,035	0,050	0,069	0,090	0,140
90,0	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,009	0,011	0,019	0,030	0,043	0,059	0,077	0,120
100,0	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,007	0,010	0,018	0,028	0,040	0,054	0,070	0,110

Valorile parametrului C_2 — *Tabela 2*

d mm \ S m	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
⩽0,5	0,168	0,224	0,280	0,336	0,392	0,420	0,448	0,504	0,560	0,700	0,840	1,120	1,400	1,680	1,960	2,240	2,800
0,6	0,065	0,121	0,177	0,233	0,289	0,317	0,345	0,401	0,460	0,600	0,740	1,020	1,300	1,580	1,860	2,140	2,700
0,8		0,049	0,105	0,161	0,217	0,245	0,273	0,329	0,388	0,528	0,668	0,948	1,228	1,508	1,788	2,068	2,628
1,0			0,034	0,090	0,146	0,174	0,202	0,258	0,317	0,457	0,597	0,877	1,157	1,437	1,717	1,991	2,557
1,2				0,018	0,074	0,102	0,130	0,186	0,245	0,385	0,525	0,805	1,085	1,365	1,645	1,919	2,485
1,5										0,140	0,280	0,560	0,840	1,120	1,400	1,680	$2,24_0$
1,8											0,124	0,404	0,684	0,964	1,244	1,524	$2,08_4$
2,0											0,095	0,375	0,655	0,935	1,215	1,495	$2,05_5$
2,2											0,021	0,301	0,581	0,861	1,141	1,421	$1,98_1$
2,5			$C_2 = 0,000$									0,093	0,371	0,651	0,931	1,211	$1,77_1$
3,0													0,280	0,560	0,840	1,120	$1,68_0$
4,0														0,090	0,370	0,650	$1,21_0$
5,0															0,166	0,446	$0,76_4$
⩾8,0																	

relaţia (7) devenind :

$$N = Q_m (C_1 + C_2 \cdot \gamma_m), \text{ kgf} \cdot \text{m/s} \qquad (8)$$

Valorile parametrilor C_1 şi C_2 sînt date în tabelele 1 şi 2 pentru diametre ale particulelor de material pînă la 100 mm şi înălţimi de cădere S cuprinse între 0,6 şi 10 m.

Din relaţiile (7) şi (8) rezultă că pentru înălţimi de cădere a materialului S de 1—6 m, ce se întîlnesc frecvent în practică, importanţa inducţiei de aer este cu atît mai mare, cu cît diametrul particulelor de material este mai mic.

Debitul de aer indus, calculat cu relaţia de putere (7), este acoperitor deoarece la deducerea acestei relaţii s-a presupus că fiecare particulă acţionează independent deşi în realitate materialul cade într-o coloană sub forma unei mase semicompacte, care este numai parţial dispersată.

Atunci cînd materialul se prezintă sub forma unui amestec de particule de diferite dimensiuni, debitul de aer indus rezultă ca sumă a debitelor induse de fiecare fracţiune granulometrică, ceea ce complică foarte mult calculul. Din această cauză se propune [5] ca în aceste cazuri, precum şi atunci cînd granulometria materialului nu este precis determinată, să se calculeze debitul de aer corespunzător diametrelor maxim şi minim ale particulelor, luîndu-se în considerare de fiecare dată întregul debit de material şi să se facă media, care de obicei este o cifră acoperitoare.

Din relaţia (7) rezultă că debitul de aer indus creşte foarte mult cu înălţimea de cădere a materialului S. Din această cauză este important ca la înălţimi de căderi mari elementul de legătură să fie prevăzut cu praguri (fig.2).

Pentru astfel de elemente de legătură sau pentru cele cu pereţi înclinaţi se poate considera că viteza maximă a materialului în cădere corespunde distanţei maxime dintre două praguri consecutive S_{max} şi din această cauză în calculul debitului de aer indus nu trebuie luată în considerare întreaga înălţime de cădere a materialului, ci numai distanţa maximă dintre praguri.

Debitul de aer necesar pentru captarea curenţilor rezultaţi din împroşcare Q_s se poate calcula cu relaţia :

$$Q_s = A_2 V_s, \text{ m}^3/\text{s} \qquad (9)$$

unde :

A_2 este suprafaţa neetanşeităţilor jgheabului benzii inferioare, m²;

V_s — viteza de captare la sursa de prăfuire, m/s.

Suprafaţa neetanşeităţilor jgheabului A_2 depinde în special de interstiţiul ce se formează între pereţii săi şi banda în mişcare, precum şi de lungimea sa. Dat fiind că lungimea jgheabului se alege, în general, astfel încît el să ocupe circa 3 m în faţa elementului de legătură şi 0,6—1,2 m în spatele acestuia, lungimea interstiţiului rezultă de circa 12 m. Considerînd că spaţiul dintre jgheab şi bandă are în medie 1,5 cm rezultă :

$$A_2 = 12 \times 0{,}015 = 0{,}18 \text{ m}^2$$

Viteza de captare la sursa V_s recomandată [3] pentru procese cu generare activă de aer prăfos (transportoare) este cuprinsă între limitele 1 şi 2,5 m/s.

Se poate admite că atunci cînd elementul de legătură este amenajat cu praguri în partea sa inferioară şi cu un vestibul (fig. 3), care să îndepărteze pe cît posibil zona de împroşcare de neetanşeităţile jgheabului, viteza de captare va fi apropiată de limita inferioară (1,25 m/s), iar atunci cînd materialul cade direct pe banda inferioară viteza de captare se va afla la limita superioară (2,5 m/s).

Introducînd aceste valori în relaţia (9) se obţine pentru elemente de legătură amenajate împotriva împroşcării:

$$Q_s = 0{,}25 \text{ m}^3/\text{s},$$

iar pentru elementele de legătură neamenajate :

$$Q_s = 0{,}50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Substituind în relaţia (1) valoarea Q_i rezultată din relaţiile (5) şi (8) se obţine:

$$Q_j = 2\sqrt[3]{A_1^2 Q_m (C_1 + C_2 \cdot \gamma_m)} + Q_s, \text{ m}^3/\text{s} \qquad (10)$$

notaţiile avînd semnificaţiile cunoscute.

Pentru a împiedica antrenarea inutilă a materialului transportat prin hotele insta-

lației de desprăfuire, acestea trebuie amplasate la o distanță suficient de mare de zona de împroșcare, adică la circa 1—2 m de pereții elementului de legătură.

O altă condiție care se impune pentru a împiedica antrenarea inutilă de material este

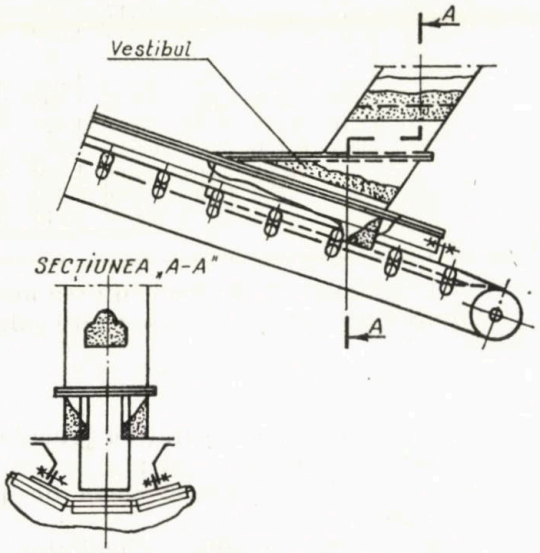


Fig. 3. Element de legătură amenajat cu praguri și vestibul împotriva împroșcării.

ca viteza aerului în interiorul jgheabului și în gurile de aspirație ale hotelor să fie sub 2,5 m/s. Amenajarea unui vestibul la elementul de legătură este utilă și din acest punct de vedere.

În scopul obținerii unei viteze cît mai uniforme de pătrundere a aerului în neetanșeitățile jgheabului este de dorit ca acesta să fie prevăzut cu două puncte de captare (hote), unul înaintea elementului de legătură și altul după elementul de legătură în sensul mișcării benzii, primul punct aspirînd 1/4 din debitul calculat, iar al doilea, 3/4. La debite mici de material și înălțimi mici de cădere este suficientă o singură hotă amplasată după elementul de legătură în sensul de mișcare al benzii.

Desprăfuirea punctelor de descărcare. Carcasa benzii superioare se află în depresiune ca urmare a inducției generate de căderea materialului, ceea ce face ca desprăfuirea ei să nu fie necesară. Cu toate acestea, atunci cînd carcasa este prevăzută cu un prag (fig. 2), căderea materialului pe acesta produce o împroșcare a cărei efect este ieșirea aerului prăfos prin neetanșeități. Efecte similare pot produce curățătorul de bandă și rola de întindere. Din aceste cauze este de dorit ca pe carcasa benzii superioare să fie amenajat un punct de captare, care să asigure viteza de captare necesară în neetanșeitățile ei. Debitul de aer necesar a fi aspirat prin acest punct de captare va rezulta din relația :

$$Q_c = A_1 \; V_s, \; m^3/s \qquad (11)$$

Considerînd pentru V_s valoarea maximă de 2,5 m/s rezultă :

$$Q_c = 2{,}5 \; A_1, \; m^3/s \qquad (12)$$

Valorile ce se obțin cu această relație sînt, în general, mici și este bine ca ele să fie majorate, aceasta ducînd, așa cum s-a arătat, la o reducere a debitului de aer indus sub jgheabul benzii inferioare.

Pentru a ilustra aplicarea acestei metode pentru determinarea debitelor de aer se dă, în continuare, un exemplu de calcul.

Între două benzi transportoare cu lățimea $B = 500$ mm cade nisip cu granulație de 0,8 mm, avînd greutatea specifică de 2 t/m³. Debitul de material este $Q_m = 80$ m³/h. Carcasa benzii superioare și elementul de legătură sînt amenajate cu praguri avînd o distanță maximă între ele de 0,8 m. Se cere să se determine debitele de aer ce trebuie aspirate din carcasa benzii superioare și jgheabul benzii inferioare.

Suprafața neetanșeităților carcasei superioare va fi :

$A_1 = 5 \times 10^{-5} \times 500 = 0{,}025$ m²

$C_1 = 0{,}122$; $C_2 = 0{,}049$ și $Q_s = 0{,}25$ m³/s

Introducînd în relația (10) se obține :

$$Q_j = 2\sqrt[3]{0{,}000625 \times 80\,(0{,}122 + 0{,}049 \times 2)} + 0{,}25 = 0{,}7 \text{ m}^3/\text{s} \simeq 2\,500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Debitul de aer necesar a fi aspirat din carcasă conform relației (12) va fi :

$Q_c = 2{,}5 \times 0{,}025 = 0{,}0625$ m³/s $= 225$ m³/h

Concluzii

— Metoda de calcul pentru determinarea debitului de aer necesar desprăfuirii zonelor de transfer ale benzilor transportoare, prezentată în lucrare, ține seamă de majoritatea factorilor importanți ce determină această mărime, fiind, în același timp, suficient de simplă pentru a putea fi utilizată cu ușurință în calcule practice.

— Domeniul de aplicare a relațiilor obținute poate fi extins și la desprăfuirea altor utilaje tehnologice în care se permite căderea gravitațională a unor materiale granulare ce conțin praf.

— Din lucrare rezultă amenajările ce trebuie aplicate carcaselor și elementelor de legătură ca și condițiile ce se impun punctelor de captare ale aerului prăfos pentru a obține o desprăfuire eficientă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Baturin V.V. *Osnovi promîșlenoi ventilații.* 1965.
[2] Christea Al. *Ventilarea și condiționarea aerului.* 1971.
[3] Philipp Drinker. Industrial Dust, 1954.
[4] Goldmann L. *Staubbekampfung in Betrieben der anorganischen Chemie.* 1960.
[5] Hemeon W.C.L. *Plant and Process ventilation,* 1967.
[6] Maximov G.A. *Calculul canalelor de ventilație.* 1955.

Ing. V. Al. Moucha
Institutul de proiectare și cercetare pentru metale neferoase și rare — București

Comportarea electrochimică a ionilor de Mn^{2+} la extragerea electrolitică a cuprului și a zincului în două trepte, din baia de sulfat

CZ 669.334 :669.537

Extracția electrolitică a cuprului și a zincului în două trepte, din baia de sulfat, este posibilă datorită pozițiilor diferite ocupate de aceste două elemente în seria potențialelor normale de electrod :

$E^{\circ}_{Cu/Cu^{2+}} = +0{,}34$ V și $E^{\circ}_{Zn/Zn^{2+}} = -0{,}76$ V [1], [2], [4], [5] diferența dintre cele două potențiale fiind astfel de 1,1 V.

Prima operație constă din extracția electrolitică a metalului mai nobil, cuprul ; urmează operația de cementare a urmelor de cupru din electrolitul epuizat, folosind, în acest scop, pulbere de zinc ; în final se procedează la extracția electrolitică a metalului mai puțin nobil, zincul.

Ca materie primă s-a folosit o soluție de sulfați de cupru, zinc și puțin fier, cu un conținut variabil de H_2SO_4, provenită de la leșierea sub presiune de oxigen a unui concentrat polimetalic indigen. Această soluție s-a supus în prealabil operației de îndepărtare a ionilor de fier, folosind pentru aceasta MnO_2, în final rezultînd o soluție neutră de sulfați de cupru, zinc și mangan.

Tabela 1

Tipul soluției	Compoziția chimică, g/l			
	Cu	Zn	Mn	H_2SO_4
1	13,0	87,5	4,15	0,23
2	14,6	98,6	4,15	0,063
3	11,1	97,1	6,64	0,77
4	18,0	120,0	5,28	0,10

Compoziția chimică a soluțiilor prelucrate electrolitic este redată în tabela 1. Schema fluxului tehnologic adoptat este redată în figura 1.

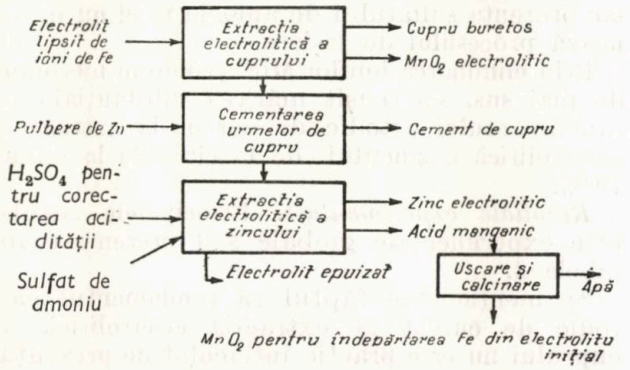


Fig. 1. Schema fluxului tehnologic adoptat.

Electrolitul epuizat, rezultat din operația de extracție electrolitică a zincului, se returnează la o nouă operație de leșiere. Cu această ocazie s-a studiat și comportarea electrochimică a ionilor de Mn^{2+} atît în cazul extracției electrolitice a cuprului, cît și în cazul extracției electrolitice a zincului ; s-a studiat influența pe care o are prezența în baie a ionilor de Mn^{2+} asupra randamentelor anodice și catodice de curent.

Bazele teoretice ale procedeului tehnologic propus. Extracția electrolitică a cuprului s-a realizat pe un catod de cupru electrolitic, folosind un anod insolubil de plumb electrolitic. Datorită faptului că depozitul catodic este puțin aderent, catodul a fost îmbrăcat într-un sac din pînză antiacidă.

Reacțiile care au loc la electrozi sînt următoarele :

— procesul catodic $Cu^{2+} + 2e = Cu$ burețos (1)

— procesul anodic $2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e$ (2)

Potențialele normale de electrod sînt : 0,34 V, pentru reacția (1), și 1,229 V, pentru reacția (2), astfel încît tensiunea teoretică de descompunere a sulfatului de cupru este de circa 0,889 V. Ținînd seamă de căderile de tensiune din cuvă, din conductori etc. s-a lucrat la o tensiune de circa 2,5 V.

O dată cu epuizarea electrolitului și creșterea concentrației acidului sulfuric crește, mai ales la densități catodice mari de curent, posibilitatea descărcării concomitente a hidrogenului, fapt ce ar duce la scăderea randamentului catodic de curent. Din această cauză electroliza nu se conduce pînă la epuizarea totală în cupru, ci pînă la un anumit grad de epuizare, cînd continuarea electrolizei ar deveni neeconomică.

Cuprul rămas în electrolitul epuizat, circa 1 g/l, este cementat apoi cu pulbere de zinc conform reacției :

$$Cu^{2+} + Zn = Zn^{2+} + Cu \qquad (3)$$

Consumul de pulbere de zinc este de 2,6—3,4 ori mai mare față de stoechiometricul necesar, avîndu-se în vedere și faptul că electrolitul epuizat supus cementării este acidulat (H_2SO_4 format prin reacția 2), acidul consumînd cantități apreciabile de pulbere de zinc.

După o eventuală corectare a acidității, soluția rezultată de la cementare este trecută la operația de extracție electrolitică a zincului, folosindu-se drept catod o folie de aluminiu, anodul fiind confecționat tot din plumb electrolitic. Reacțiile care au loc la electrod sînt următoarele :

$$\text{— procesul anodic } 2H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e \quad (2)$$

$$\text{— procesul catodic } Zn^{2+} + 2e = Zn \quad (4)$$

Oricît de mare este valoarea supratensiunii hidrogenului, o depunere catodică de zinc nu poate avea loc decît cu degajarea concomitentă a hidrogenului, al cărui potențial reversibil de descărcare în mediu neutru este de —0,415 V. Descărcarea simultană a hidrogenului are ca efect alcalinizarea catolitului în urma reacției :

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2HO^- \quad (5)$$

și formarea simultană de $Zn(OH)_2$ sau de săruri bazice de zinc, care frînează procesul normal de electrocristalizare, ducînd la formarea depozitelor dendritice de zinc.

Tensiunea inițială pe celulă este de 4,5 V însă, datorită acidulării băii în timpul electrolizei (reacția 2), crește conductibilitatea, iar tensiunea se stabilizează în jurul valorii de circa 3,7 V.

Datorită prezenței ionilor de Mn^{2+} în electrolit, de-a lungul întregului flux tehnologic, procesele de electrod prezentate anterior decurg doar parțial, peste ele suprapunîndu-se procesele de electrod în care sînt implicați ionii Mn^{2+}.

La anod are loc formarea de bioxid de mangan insolubil, conform reacției :

$$Mn^{2+} + 2H_2O = MnO_2 + 4H^+ + 2e \quad (6)$$

Potențialul normal de electrod al reacției (6) este de 1,3 V, deci este practic identic cu potențialul normal de electrod al reacției de descărcare a oxigenului (2). Procesul de formare anodică a bioxidului de mangan devine predominant, avîndu-se în vedere supratensiunea ridicată a oxigenului pe anodul de plumb. Procesul de formare anodică a MnO_2 are loc atît în cadrul operației de extracție electrolitică, cît și în cadrul operației de extracție electrolitică a zincului.

Mai mult, datorită descărcării concomitente a hidrogenului la catod, în cadrul operației de extracție electrolitică a zincului, conform reacției :

$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (7)$$

catolitul se alcalinizează, astfel încît în cuva pentru extracția electrolitică a zincului este posibilă reducerea catodică a bioxidului de mangan format la anod, conform reacției :

$$MnO_2 + 4HO^- = MnO_4^- + 2H_2O + 3e \quad (8)$$

al cărei potențial normal de electrod este de +1,52 V, astfel încît, pe catodul de aluminiu reacția (8) devine predominantă din cauza potențialului său normal de electrod mai electropozitiv decît cel al reacției de bază (4). Din această cauză randamentul catodic de curent la extracția electrolitică a zincului devine foarte scăzut, impunîndu-se astfel îndepărtarea ionilor Mn^{2+} din cuva de electroliză.

Cea mai avantajoasă metodă de îndepărtare a ionilor Mn^{2+} din electrolitul epuizat ce provine de la operația de cementare a urmelor de cupru este precipitarea H_2MnO_3, prin introducerea de sulfat de amoniu în baie circa 5 g/l. În condițiile stabilite de electroliză, la o tensiune la borne de circa 4,5 V, are loc oxidarea anodică a sulfatului de amoniu la persulfat de amoniu, în special la densități anodice mari, cînd are loc precipitarea completă și instantanee a ionilor Mn^{2+} ca H_2MnO_3 conform reacțiilor :

$$2(NH_4)_2SO_4 = (NH_4)_2S_2O_8 + 2NH_4^+ + 2e \quad (9)\ [2]$$

$$2(NH_4)_2S_2O_8 + MnSO_4 + 4H_2O = H_2MnO_3 + 3H_2SO_4 + 2(NH_4)_2SO_4 + 1/2O_2 \quad (10)$$

De menționat faptul că o mare parte din ionii Mn^{2+} prezenți în materia primă inițială se îndepărtează încă în urma operației de extracție electrolitică a cuprului datorită formării anodice predominante a bioxidului de mangan insolubil, în defavoarea degajării oxigenului și a acidulării anolitului.

Prin uscarea și calcinarea precipitatului de acid manganic format în urma reacției (10) se obține bioxid de mangan care împreună cu cel format prin reacția (6) este utilizat la îndepărtarea ionilor de fier din materia primă inițială. Electrolitul epuizat în zinc este returnat la operația de leșiere sub presiune de oxigen, iar prezența sulfatului de amoniu în el nu dăunează procesului de leșiere.

Prin eliminarea ionilor Mn^{2+}, conform metodei de mai sus, s-a reușit mărirea substanțială a randamentului catodic de curent la extracția electrolitică a zincului, de la circa 30 la circa 70 %.

Rezultate experimentale. Principalele rezultate experimentale globale sînt prezentate în tabela 2.

Se menționează faptul că randamentul catodic de curent la extracția electrolitică a cuprului nu este practic influențat de prezența în baie a ionilor Mn^{2+}.

Tabela 2

Tipul electrolitului	Intensitatea, A	Densitatea de curent catodic şi anodic, A/m^2	Tensiunea, V	Durata, h	Randamentele de curent, %		
					$r(1)$	r (2)	r (6)
Extracţia electrolitică a cuprului							
1	22,5	25,4	2,5	0	—	—	—
				10	99,9	33,4	66,6
				24	99,1	33,1	66,9
				48	98,7	33,3	66,7
				52.5	98,7	33,7	66,3
				76,5	98,3	33,7	66,3
2	18,0	20,4	2,5	0	—	—	—
				24	98,9	32,9	67,1
				48	98,8	33,0	67,0
				74	98,6	32,1	67,9
				98	98,8	33,4	66,6
3	70,7	80,0	2,5	0	—	—	—
				10	97,9	40,8	58,1
				14	98,3	41,1	58,9
				24	98,5	40,9	59,1
4	90,2	102	2,5	0	—	—	—
				10	98,5	48,3	51,7
				18	98,8	49,2	50,8
				42	98,6	48,7	51,3
				66	98,7	48,5	51,5
				90	98,5	48,9	51,1
Extracţia electrolitică a zincului							
1	54,6	200	4,5	0	—	—	—
			4,3	24	16,9	41,2	58,8
2	85,0	312	4,5	0	—	—	—
			4,5	24	31,3	48,2	51,8
4	99,5	350	4,5	0	—	—	—
			4,3	24	53,4	58,1	41,9
			4,3	48	53,8	58,2	41,8
			4,3	72	52,7	57,8	42,2

Depozitul catodic de cupru buretos a conţinut în medie : 98,4 % Cu ; 0,08 % Zn ; 0,03 % Mn ; 0,15 % Pb ; cementul de cupru a conţinut în medie : 91,1 % Cu ; 6,2 % Zn (nereacţionat) ; 0,1—0,3 % Mn ; 0,15 % Pb, iar nămolul anodic obţinut a conţinut în medie : 30,8—37,1 % Mn ; 0,3—0,5 % Pb.

Concluzii

Din soluţii extrem de slab acide de sulfaţi de cupru, zinc şi mangan se poate obţine, prin extracţie electrolitică, un burete de cupru, cu un conţinut extrem de redus de impurităţi, ceea ce reprezintă o perfectă concordanţă cu datele din literatură [1], [2], [3], [4]. Randamentul de curent pentru cupru este foarte bun, circa 99 %, iar consumul mediu de energie electrică se încadrează între limitele admisibile, circa 2 150 kWh/t de cupru electrolitic buretos.

Extracţia electrolitică a zincului are loc cu un randament de curent foarte redus, lucru perfect normal ţinînd seamă de reacţiile parazitare redox ce au loc la electrozi (5) şi (7) şi în special (6) şi (8), care implică ionii Mn^{2+} şi Mn^{4+}. Introducerea de sulfat de amoniu în baie, circa 5 g/l, ameliorează oarecum randamentul catodic de curent, acesta ajungînd la circa 70 %, în special la densităţi anodice mari de curent.

Simultan cu degajarea anodică a oxigenului şi cu acidularea anolitului are loc şi formarea anodică a MnO_2 electrolitic, cu un randament de curent dependent de densitatea anodică de curent, scăzînd cu creşterea acesteia.

Randamentul mediu de curent pentru formarea anodică a H_2SO_4 creşte o dată cu creşterea densităţii anodice de curent. De aici rezultă că pentru a se obţine producţii mari de MnO_2 electrolitic este recomandabil să se lucreze la densităţi anodice de curent cît mai mici, anume de circa 20—30 A/m^2, ceea ce este în deplină concordanţă cu datele din literatură [2].

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Engineering Minning Journal*, 155, nr. 1, 1954, p. 72 — 74.

[2] * * * Facsko Gh. *Tehnologie electrochimică*. Bucureşti, Ed. tehnică, 1969.

[3] * * * *Bulletin Officiel de la propriété industrielle*, vol. 9, nr. 1, 1968.

[4] Atanasiu I. A. şi Facsko Gh. *Electrochimie — Principii teoretice*. Bucureşti, Editura tehnică, 1958.

[5] Neniţescu C. D. *Chimie generală*. Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Cercetări privind fasonarea prin turnare a unor produse refractare speciale

Fiz. Adela Daisa
Întreprinderea de produse refractare
Alba-Iulia

CZ 666.76

Pentru a obţine fasonate refractare speciale de formă complicată şi cu pereţi subţiri a fost necesară stabilirea unei noi tehnologii de fasonare. Această tehnologie constă în fasonarea pieselor prin turnare din barbotină argiloasă refractară.

Proprietăţi reologice ale barbotinelor argiloase

Barbotinele argiloase pentru turnare sînt suspensii apoase care pot fi deshidratate prin absorbirea lichidului de suspensie cu ajutorul unei forme poroase. O barbotină argiloasă, în repaus, se comportă ca şi un solid. Pentru a provoca curgerea unei astfel de barbotine este necesar un efort de forfecare a cărui valoare nu poate fi mai mică decît o anumită valoare minimă limită. Acest efort minim necesar pentru a provoca curgerea unei barbotine se cheamă limită de curgere (fluiditate). Din punct de vedere fizic barbotina se comportă ca un fluid anormal, adică curgerea ei este condiţionată de trecutul barbotinei şi anume de faptul că a suferit un repaus prelungit sau dimpotrivă o agitare mai bruscă sau mai lentă. Această condiţionare se exprimă prin relaţia matematică:

$$F = \tau + \eta G,$$

unde:

F este forţa de deformare;
τ — valoarea fluidităţii;
η — viscozitatea aparentă;
G — gradientul de viteză.

Valoarea mărimii τ determină mărimea granulelor ce pot fi menţinute în suspensie într-o barbotină şi este o mărime caracteristică fiecărei argile în parte.

Avînd în vedere mărimile fizice ce caracterizează o barbotină, viscozitatea aparentă, consistenţa, fluiditatea, s-au stabilit caracteristicile tehnologice:

— barbotina trebuie să fie densă, deci să fie obţinută cu o cantitate minimă de apă;

— barbotina să fie fluidă, pentru a putea reda cît mai fidel modelul şi pentru a permite golirea uşoară a formei fără a forma goluri sau bavuri;

— barbotina să fie stabilă în timp, adică să-şi păstreze omogenitatea pentru a asigura o depunere uniformă a pereţilor piesei turnate.

Pentru a se putea obţine barbotine cu astfel de caracteristici a trebuit să se studieze mecanismul de curgere şi fenomenul de priză a barbotinelor. Obţinerea unei barbotine fluide cu un conţinut minim de apă are loc prin adăugarea la pasta argilă-apă a unor substanţe chimice numite agenţi de fluidizare. Adăugarea acestor agenţi de fluidizare se face în proporţii ce sînt funcţie de proprietăţile fizice ale fiecărei argile. Totodată trebuie să se ţină seamă şi de faptul că barbotinele argiloase nu au un comportament reologic reversibil, ele prezentînd un fenomen analog fenomenului de histerezis. Acest fenomen se numeşte tixotropie şi se manifestă prin aceea că dacă barbotina rămîne în repaus se rigidizează, redevenind fluidă dacă suferă o agitare fără însă să treacă prin aceleaşi faze. În figura 1 se arată acest fenomen. Curba AB

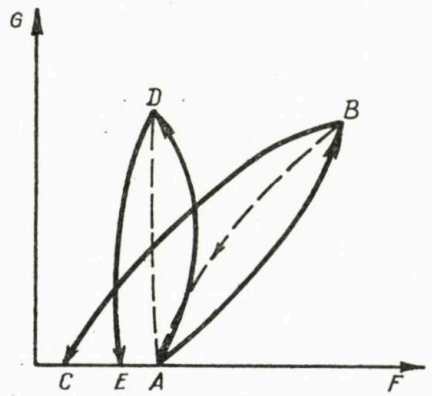


Fig. 1

reprezintă variaţia viscozităţii unei barbotine supuse unui gradient de viteză crescător. Dacă se porneşte de la starea B cu un gradient descrescător spre starea A se obţine o curbă diferită de prima dar care se termină tot în punctul A, dacă se respectă aceleaşi intervale de timp în variaţia gradientului, dacă nu, curba se va termina în punctul C. Ţinînd deci seamă de efectul tixotropiei rezultă că măsurarea viscozităţii aparente nu are sens decît dacă experienţa are loc în condiţii riguros identice şi pe barbotine cu acelaşi trecut. Efectul tixotropic este caracterizat de două constante cu următoarea semnificaţie: o constantă ce caracterizează evoluţia viscozităţii sub acţiunea timpului şi o constantă ce caracterizează evoluţia viscozităţii sub acţiunea gradientului de viteză. Aproape toate barbotinele argiloase, mai mult sau mai puţin tixotrope, prezintă fenomenul de îngheţare care constă în gelificarea barbotinei după ce rămîne în repaus un interval de timp. Fenomenul poate aduce mari neajunsuri la turnarea în

special a pieselor groase. Datorită acestui fenomen în pasta turnată vor apărea părţi compacte, depuse uniform, şi părţi mai moi, rezultate prin gelificarea barbotinei. La golirea formei pasta se va desprinde în cocoloaşe, favorizînd formarea pereţilor cu grosimi diferite. Aceste defecte de turnare se vor amplifica la ardere unde zonele mai umede vor avea o contracţie mai mare decît zonele mai puţin umede (mai dense).

Studiindu-se mecanismul de deshidratare a unei barbotine într-o formă de ipsos s-a stabilit că densitatea pastei şi cantitatea apei absorbite în formă creşte cu pătratul timpului. Priza barbotinei este reglată de două fenomene: un fenomen dinamic care determină tasarea particulelor sub efectul aspiraţiei capilare a formei de ipsos şi un fenomen static datorat frontului de apă transversal pe direcţia capilarelor formate.

Influenţa componenţilor unei barbotine asupra aptitudinii sale de curgere

Mecanismul menţinerii în suspensie a unor particule într-o barbotină are la bază structura coloidală a acesteia. Se ştie că prezenţa unei particule încărcate cu sarcină electrică în interiorul unui mediu apos antrenează o redistribuţie o ionilor din acel mediu. Apa fiind un lichid polar, moleculele de apă se vor orienta şi unele din ele se vor lega la particulele încărcate. În figura 2 este reprezentată grafic redistribuţia ionilor şi a moleculelor de apă în jurul particulei încărcate (fig. 2).

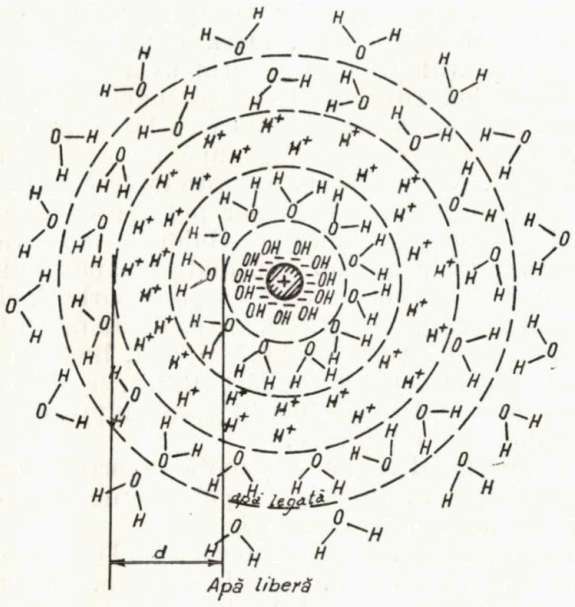


Fig. 2

În jurul particulei încărcate se grupează ionii OH^- formînd un miceliu a cărui sarcină electrică este negativă. Micelul format este înconjurat de un strat de apă orientată prin difuzie şi un strat de ioni H^+. O parte din moleculele de apă ce udă ansamblul formează un strat subţire de apă legată. Întreg ansamblul de ioni grupaţi în jurul particulei încărcate formează un tot ce se scaldă în apă liberă. Această aranjare a ionilor în suspensie permite compararea ansamblului cu un condensator. Diferenţa de potenţial dintre suprafaţa negativă a miceliului format şi spaţiul înconjurător se poate calcula după formula lui Helmoltz:

$$\xi = \frac{4\pi e \cdot x}{D} = K \cdot x,$$

unde:

x este distanţa de la suprafaţa miceliului la stratul de apă legată ($x=0 \div x=d$);
e — sarcina electrică a miceliului/cm^2;
D — constanta dielectrică a lichidului.

Aplicarea formulei se face însă ţinînd seamă de efectul agitaţiei termice în soluţie, efect care tinde să distrugă dispoziţia ionilor din configuraţia arătată în figura 2. Aceasta duce la formarea unei atmosfere ionice difuze în care variaţia potenţialului ξ nu mai este liniară cu variaţia x (fig. 3).

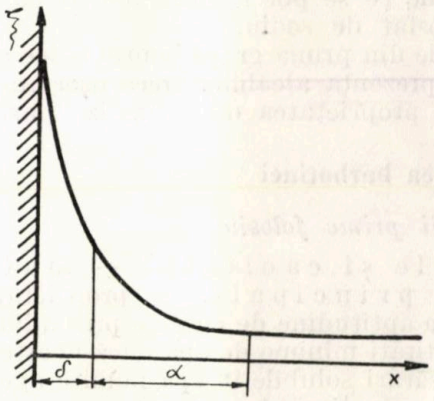


Fig. 3

Potenţialul ξ are la început o variaţie bruscă pe o distanţă δ şi apoi o variaţie lentă în funcţie de concentraţia ionilor din straturile difuze. Structura unei suspensii argiloase este alcătuită din mai multe micelii scăldate în apă liberă. Fiecare din aceste micelii este supusă acţiunii a două forţe antagoniste; o forţă de respingere datorată sarcinii electrice cu care este încărcat şi una de atracţie moleculară.

O suspensie stabilă este atunci cînd forţele preponderente care acţionează sînt cele de respingere. În acest caz se spune că barbotina este defloculată. În caz contrar în suspensie apar aglomerări de particule (barbotina se floculează).

Substanţele adăugate barbotinelor argiloase pentru fluidizare trebuie alese şi dozate în aşa fel încît să asigure o distribuţie ionică care să nu permită floculareа barbotinei. Raportul op-

tim dintre cantitatea de material uscat, apă, defloculant se determină experimental în funcţie de proprietăţile fizice şi reologice ale argilei folosite.

Conţinutul de apă adăugat trebuie să fie cît mai mic dar în acelaşi timp şi suficient pentru a nu mări timpul de priză prin adăugarea unui procent prea mare de defloculant. Substanţele adăugate ca şi defloculantul sînt bazele alcaline şi cele slab acide. Ionii de diametre mari ca Na^+, K^+, Li^+ menţin o atmosferă ionică cu o rază mare de acţiune. La dozarea lor se va ţine însă seamă de faptul că o concentraţie prea mare de astfel de cationi micşorează valoarea constantei dielectrice a mediului. Dimpotrivă acizii slabi şi bazele alcalino-pămîntoase sînt substanţe puternic floculate. Cationii de H^+ sau de Al^{++}, Ca^{++}, Mg^{++} sînt puternic atraşi de sarcina negativă a miceliului, determinînd o variaţie bruscă a potenţialului. Acest lucru determină apariţia în suspensie a aglomerărilor de particule care duce la separarea fracţiilor.

Ţinînd seamă de aceste condiţii de fluidizare a unei barbotine, argilele refractare se pot diversifica în două categorii:

— argile ce se pot fluidiza cu orice electrolit;

— argile ce se pot fluidiza numai cu silicat şi pirofosfat de sodiu.

Argilele din prima grupă conţin silice amorfă care în prezenţa alcaliilor trece uşor în silicat care are proprietatea de a fluidiza barbotina.

Fabricarea barbotinei

Materii prime folosite

Argile şi caolinuri — materia primă principală. Au proprietatea de a primi o aptitudine de curgere prin adăugarea unei cantităţi minime de apă dacă acesteia i se adaugă săruri solubile în apă numite agenţi de fluidizare. Conţinutul minim de apă adăugată este funcţie de proprietăţile fizice ale argilei şi anume: plasticitatea şi limita de fluidizare. Dozarea agenţilor de fluidizare trebuie să se facă ţinînd seamă de timpul de priză a barbotinei şi de tixotropia ei. În felul acesta trebuie să se ajungă la o priză medie care să nu fie nici prea lentă (deoarece aceasta duce la gelificarea pastei) nici prea rapidă.

Şamota. Se foloseşte ca degresant. Îmbunătăţeşte calitativ produsul, înbogăţindu-i conţinutul de Al_2O_3 şi creşte rezistenţa mecanică a lui. Accelerează priza barbotinei şi mobilitatea ei.

Carbonatul de sodiu. Se adaugă barbotinei pentru a stabili echilibrul potenţial în suspensie. Are rol de degresant şi fondant alcalinizator.

Silicatul de sodiu. Defloculant mineral, fluidifică barbotina.

Tanantul. Defloculant organic.

Selecţia şi prepararea argilelor şi şamotelor pentru barbotine refractare

Pregătirea argilelor

În funcţie de agentul de fluidizare folosit se alege argila corespunzătoare.

Compoziţia granulometrică. Argila se macină fin cu un reziduu maxim de 10% pe sita cu 4 900 och./cm².

Compoziţia chimică. Pentru piese refractare se aleg argile cu un conţinut minim de 30% Al_2O_3.

Pregătirea şamotei

Se lucrează cu şamotă superaluminoasă cu minimum 60% Al_2O_3, folosită sub formă de granule de dimensiuni cuprinse între 0,5 şi 0 mm, de preferinţă granulele să fie aciculare deoarece se menţin mai uşor în suspensie.

Stabilirea reţetei de fabricaţie

Determinări ce se fac pentru stabilirea raportului între componenţi

Determinarea conţinutului minim de apă adăugată. Pentru a se putea determina acest conţinut minim de apă se determină limita de fluidificare la argile şi amestec A + S. Limita de fluidificare este limita conţinutului de apă la care pasta plastică se transformă în barbotină.

Modul de determinare: se cîntăresc 10 g de argilă cu precizie de ±0,1 g. Materialul se aşază pe o sticlă de ceas şi se adaugă apă pînă se formează o pastă. Pasta obţinută se desparte în două printr-un şănţuleţ. Se aplică 25 lovituri laterale sticlei de ceas. Dacă după cele 25 lovituri şănţuleţul dispare prin uscarea pastei se determină conţinutul de apă adăugată care constituie limita de fluidificare. Dacă şănţuleţul nu dispare se adaugă apă şi se repetă procedeul. Această probă nu este însă absolută. La argilele puternic tixotrope pot apărea anomalii şi anume: limita de fluidificare să fie reprezentată printr-un conţinut de apă mult mai mic decît cel necesar curgerii barbotinei. De exemplu argila U.R.S.S. are ca limită de fluidificare un conţinut de 20,7 % apă, însă curgerea barbotinei din argilă U.R.S.S. se obţine numai la un adaos de 40—42% apă în prezenţa agenţilor de fluidificare.

În amestecul argilă + şamotă raportul A/S se stabileşte în funcţie de puterea de legare faţă de degresant a argilei.

Determinarea procentului optim de agent de fluidizare. După cum s-a arătat conţinutul minim de apă adăugată, determinat pentru o argilă, nu constituie o valoare absolută pentru barbotina refractară, proprietăţile reologice ale barbotinei fiind influenţate şi de aciditatea ei, deci de electrolitul folosit ca fluidificator.

Determinarea procentuală a adaosului de electrolit se face studiind influenţa acidităţii suspensiei asupra aptitudinilor ei de curgere. Astfel se pregătesc barbotine cu un conţinut bine determinat de apă şi material uscat, la care se adaugă procente variabile de substanţe fluidificatoare. Se urmăreşte obţinerea unei barbotine cu o fluiditate optimă pentru turnare. S-a observat că *p*H-ul suspensiei influenţează foarte mult proprietăţile ei de curgere; se observă că viscozitatea unei barbotine scade brusc de la o valoare *p*H 3—4 pînă la valoarea *p*H 7 după care urmează o scădere mai lentă pînă la valoarea *p*H-ului 9—10 de unde începe o creştere bruscă a viscozităţii care duce la gelificarea barbotinei (fig. 4).

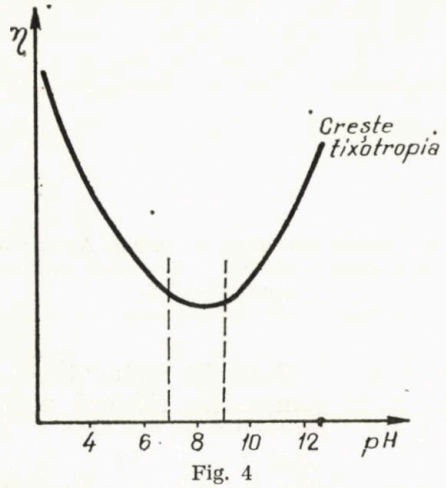


Fig. 4

Avînd în vedere acest lucru s-a determinat variaţia *p*H-ului în funcţie de adaosul de Na_2CO_3 şi Na_2SiO_3 şi s-a stabilit raportul în care trebuie adăugate aceste substanţe în barbotină (fig. 5).

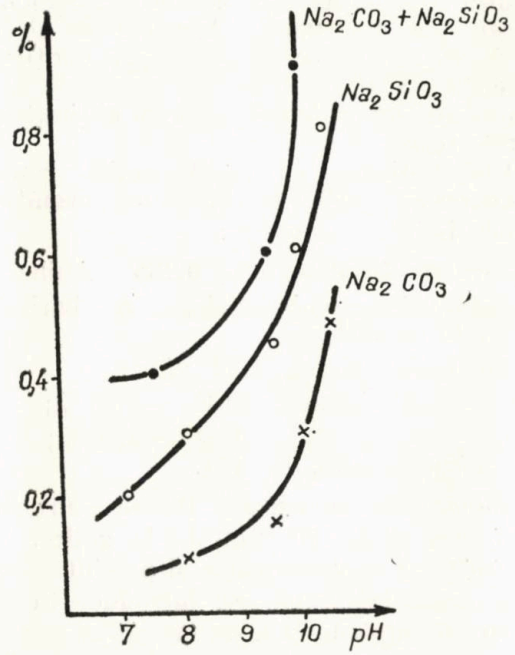


Fig. 5

Determinarea uşurinţei suspensiei şi stabilităţii ei. Aceasta se determină lăsînd barbotina în repaus 8 h într-un pahar cotat. După acest repaus se determină grosimea depozitului rigid de pe fundul vasului şi se fac observaţii asupra structurii acestuia în vederea stabilirii dacă în cursul repausului a avut sau nu loc o separare a fracţiilor.

Determinarea vitezei de turnare. Pentru aceasta se măsoară cantitatea de substanţă depusă pe pereţii formei de ipsos într-un interval de timp determinat (fig. 6). În funcţie de viteza de depunere se stabileşte gradul complexităţii piesei ce se poate turna din barbotină.

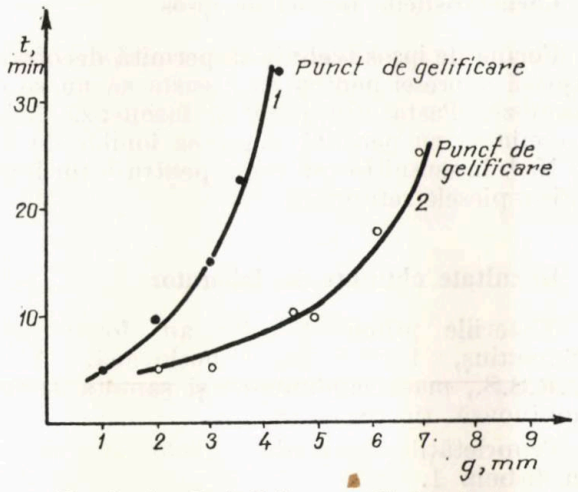


Fig. 6: *1* — Barbotină cu argilă Iugoslavia; *2* — barbotină cu argilă Suncuiuş.

Calcularea reţetei. Pentru a se putea asigura reproductibilitatea parametrilor reologici ai barbotinei pentru mai multe şarje se calculează, pentru fiecare şarjă, greutatea volumetrică a barbotinei G şi cantitatea de substanţă uscată cuprinsă într-un cm³ de barbotină g.

Cei doi parametri sînt legaţi prin relaţia matematică:

$$G = \frac{\gamma - 1}{\gamma}(g + 1),$$

unde:

G	reprezintă	greutatea volumetrică a barbotinei;
g	—	cantitatea de substanţă uscată/cm³;
γ	—	densitatea reală a substanţei uscate.

Procedeul de fabricaţie

Se dozează componenţii conform reţetei stabilite şi se omogenizează. După adăugarea electrolitului (apă + agenţi de fluidizare) se

agită barbotina la o turaţia de 3 000 ture/min timp de 20 min, după care se reduce treptat turaţia pentru a se evita formarea bulelor de aer în compoziţia barbotinei.

Barbotina pregătită se toarnă în forme de ipsos. Decofrarea pieselor se face la 1 — 1,5 h de la golire. Piesa decofrată trebuie să aibă o rezistenţă mecanică suficientă pentru a nu se deforma sub greutatea proprie. Trebuie avut în vedere, de asemenea, faptul că piesa nu poate rămîne mult timp în forma de ipsos după desprinderea ei de formă deoarece uscarea ei în mod neuniform duce la apariţia fisurilor.

După decofrare cu un burete umed se îndepărtează bavurile şi se ajustează piesele.

Caracteristicile formei de ipsos

Forma de ipsos trebuie să permită decofrarea uşoară a presei pentru ca aceasta să nu se deformeze. Pasta din care se fasonează forma trebuie să nu permită migrarea ionilor de Ca^+ şi Na^+ în sensul formă-piesă pentru a nu impurifica piesele refractare.

Rezultate obţinute în laborator

Materiile prime folosite au fost: argile (Suncuiuş, Iugoslavia, Cehoslovacă, Anina, U.R.S.S., masă caolinoasă) şi şamotă superaluminoasă tip SRE 85.

Proprietăţile fizice ale argilelor sînt arătate în tabela 1.

Tabela 1

Proprietăţile materialului	Argilă Suncuiuş	Argilă Anina	Argilă C.S.R.	Argilă Iugoslavia	Masă caolinoasă	Argilă U.R.S.S.
Plasticitate, %	25	18	30	45	34	38
Limită de fluidificare, %	16,9	5,2	17,6	12,6	12,0	20,2
Contracţie la uscare, %	5,2	3,0	4,8	15,0	6	2,4
Densitate reală	2,631	2,622	2,566	2,552	2,62	2,601
Putere de legare pentru degresant	60	50	70	80	85	80

Avînd în vedere proprietăţile fizice ale materiilor prime s-a trecut la selecţionarea acestora. Astfel s-au pregătit barbotine din fiecare argilă în proporţie de material uscat, apă şi s-a determinat argila cu cele mai bune proprietăţi reologice.

Din figura 7 rezultă că o comportare reologică bună au argilele Suncuiuş, C.S.R., Iugoslavia, masa caolinoasă.

Argila U.R.S.S. este o argilă foarte grasă şi prezintă un fenomen tixotropic foarte puternic. De aceea barbotina obţinută din argila U.R.S.S. se gelifică foarte repede şi nu este bună pentru fasonare prin turnare.

Din argilele selecţionate s-au pregătit barbotine cu adaos de degresant avînd în vedere puterea de legare faţă de degresant.

Prin încercări experimentale s-a stabilit raportul optim argilă-degresant la care se poate obţine o bună stabilitate a suspensiei care nu permite separarea fracţiilor.

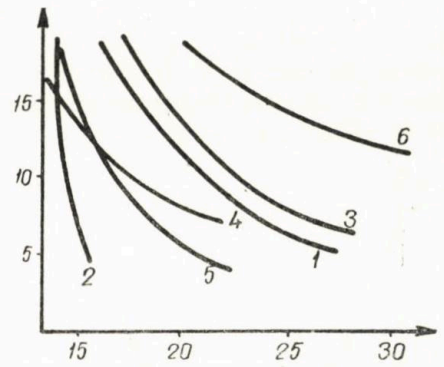


Fig. 7: *1* — argilă Suncuiuş; *2* — argilă Anina; *3* — argilă C.S.R.; *4* — argilă Iugoslavia; *5* — masă caolinoasă; *6* — argilă U.R.S.S.

Cantitatea de electrolit adăugat s-a stabilit în funcţie de compoziţia chimică a materiei prime. Pentru materiile prime alese conţinutul de Na_2CO_3 variază între 0,12 şi 0,47%, iar cel de CaO, între 0,2 şi 0,4%. Deci în medie alcaliile din barbotină introduse de materiile prime variază între 0,11 şi 0,206%.

Pentru a alcaliniza o astfel de barbotină s-a adăugat Na_2CO_3 între 0,1 şi 0,2% iar pentru a fluidiza barbotina s-a adăugat Na_2SiO_3, în procent de 0,3—0,6%. Adaosul de electrolit s-a făcut pe barbotine cu acelaşi conţinut de material uscat.

În urma experimentărilor s-au obţinut următoarele rezultate:

a) Barbotinele cu liant argilă Suncuiuş şi degresant SRE 85 au avut următoarele caracteristici la turnare:

— viteză de depunere, 0,235 m/min;
— greutatea volumetrică a barbotinei, 1,96 g/cm³;
— material uscat, 1,38 g/ml;
— analiză chimică, Al_2O_3 — 49,6%; Fe_2O_3—2,36%;
— refractaritate, IP 177.

Comportarea la uscare. Piesele turnate se decofrează după 60 min de la golire. După decofrare nu se deformează şi prezintă o rezistenţă mecanică bună. Se introduce în etuvă la 110 ° C după 1—2 h de uscare în aer liber. Prin uscare în etuvă nu se fisurează piesele.

Comportarea la ardere. Piesele fără defecte, supuse arderii la 1 350°C, nu se deformează.

Caracteristici ale produsului finit

— Contracţii la uscare—ardere
  — piese sub formă de oală, 8,7%;
  — piese sub formă de plăci cu granule de 12 mm, 8,7%;
  — piese sub formă de grătar, 8,4%;

b) Barbotine cu liant argilă Iugoslavia şi degresant SRE 85:
— viteză de depunere a barbotinei, 0,10 mm/min;
— greutatea volumetrică a barbotinei, 1,94 g/cm³;
— material uscat, 1,35 g/ml;
— analiză chimică, Al_2O_3, 51,16%;
Fe_2O_3, 1,92%;
— refractaritate, IP 182.

Comportare la uscare. Piesele turnate se decofrează după 90 min de la golire. Piesele decofrate au o rezistenţă mecanică bună. Se introduc la 50°C după 1,5 h de la decofrare şi se ridică treptat temperatura la 110°C.

Comportare la ardere. În timpul arderii piesele nu se deformează şi nu apar fisuri.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dinescu R. *Bazele tehnologiei ceramicii şi refractarelor.*
[2] Tilenschi S. *Chimie coloidală*, Bucureşti, 1964.
[3] Kelmer I. şi Dumitrescu Z. *Din lumea coloizilor.* Bucureşti, 1963.
[4] Jouenne C. A. *L' Industrie ceramique.* Oct. 1966, p. 845.
[5] Kingery W. D. *Procedee de fabricare a ceramicii.* New-York, 1958, p. 45—51 (sinteză în L'Industrie ceramique, nov. 1966, p. 954).
[6] Allen C. A. *L'Industrie ceramique*, aug. 1964, p. 52—56.
[7] Sape I. *L'Industrie ceramique*, aug. 1969, p. 512.
[8] Gippini E. *L'Industrie ceramique.* Iunie 1969, p. 423.
[9] Renault P. *L'Industrie ceramique.* Mai 1972, p. 521.
[10] Vouillemet M. M. şi Mihy: J. C. *L'Industrie ceramique*, 634/1970, p. 845.

ÎN ATENŢIA AUTORILOR

— Articolele se trimit la redacţie în dublu exemplar, dactilografiate la două rînduri.

— Articolele vor purta, în mod obligatoriu, semnătura autorilor şi adresa lor exactă, pentru corespondenţă şi retribuţie.

— După titlul articolului, autorii vor indica : numele şi prenumele întreg, titlul universitar, denumirea completă a instituţiei la care funcţionează.

— Articolele nu vor depăşi :
  — 3 pagini dactilografiate pentru recenzii, cronici etc.
  — 8 pagini dactilografiate pentru lucrări originale, cercetări experimentale, lucrări de sinteză.

— Este necesar ca articolele care tratează probleme de tehnologie să cuprindă şi măsurile adecvate de protecţia muncii.

— Articolele originale vor fi însoţite de un rezumat de maximum 1 pagină în vederea traducerii în limbi străine. Rezumatul trebuie să cuprindă : ipoteza de lucru, metoda folosită în lucrare, rezultatele obţinute, concluziile asupra temei prezentate în articol.

— Bibliografia citată în text se va anexa la articol şi va fi redactată după cum urmează :
— pentru cărţi : numele autorului, iniţiala prenumelui, titlul întreg al cărţii în limba originală, editura, localitatea, anul apariţiei ;
— pentru reviste sau alte publicaţii periodice : numele autorului, iniţiala prenumelui, titlul lucrării în limba română, titlul revistei, numărul, anul, pagina.

— Articolele vor fi însoţite de o legendă a figurilor.

— Autorii vor primi articolul în formă culeasă pentru „Bun de tipar" ; ei vor putea modifica numai greşelile tipografice sau erorile de conţinut ; nu se va ţine seamă de modificările stilistice. Materialul cu viza „Bun de tipar" se va înapoia redacţiei în cel mult două zile.

— Nu se trimit lucrări care au mai fost trimise spre publicare altor reviste.

— Articolele respinse nu se restituie autorilor.

— Manuscrisele vor fi trimise pe adresa : Centrul de documentare şi publicaţii tehnice al M.I.M., revista Metalurgia, str. Academiei 7, sector 1, Bucureşti.

Posibilități de epurare și de valorificare a gazelor brute rezultate în procesul carbofluid (I)

Ing. V. Firescu, ing. A. Stoicoi, ing. I. Iacob și E. Tudoroiu
Întreprinderea „Victoria" Călan

CZ 662.764.2.074

Creșterea producției de fontă a impus realizarea cocseriei de la Hunedoara, care are în componența șarjei huile tinere de Valea Jiului, și a necesitat fabricarea unei cantități corespunzătoare de semicocs necesar ca degresant. Pentru fabricarea semicocsului s-au construit două baterii a cîte 10 cuptoare de tip Ab der Halden. Ca urmare a neajunsurilor prezentate de această tehnologie s-a trecut, pe baza cercetărilor efectuate de ICEM, la fabricarea semicocsului prin fluidizare, concretizată în realizarea a trei baterii cu cîte trei cuptoare fiecare. Folosirea în proporție sporită a aglomeratului la fabricarea fontei, care a crescut necesarul de combustibil pentru aglomerare, a dus la adaptarea a două baterii pentru fabricarea cocsului mărunt prin fluidizare și la mărirea capacității celei de-a III-a pentru fabricarea întregii cantități de semicocs necesară cocseriilor.

Întrucît prin tehnologia carbofluid (carbonizare prin fluidizare) se realizează contactul direct între agentul de semicocsificare sau cocsificare (gaze arse rezultate din arderea gazului metan cu exces de aer) și material cărbunos supus degazării, cu granulația 0—5 mm, se impune separarea din gazul brut a produselor solide, respectiv a semicocsului sau a cocsului.

Ca urmare a particularităților pe care le prezintă aceste gaze brute (concentrație mare de produs/m³ de gaz brut, temperatură ridicată, vapori de apă și de gudron), indicate în tabela 1, au fost studiate și experimentate mai multe tipuri de cicloane și sisteme de desprăfuire uscată, ținînd seamă de avantajele pe care le prezintă acestea : aparatură simplă ; investiție redusă ; cost mic de exploatare ; lipsa părților mobile ; pierderea de presiune relativ mică ; eficiența separării ; funcționare la temperaturi înalte ; posibilitatea de construcție din materiale anticorosive sînt indicate pentru separarea particulelor cu diametre cuprinse între 10 și 1 000 μ ; nu ridică probleme deosebite de exploatare la presiune.

În tehnologia de fabricare a semicocsului și cocsului prin fluidizare pentru separarea producției din gazele brute s-au utilizat două tipuri de cicloane și anume :

— ciclonul tip NIOGAZ, prezentat în figura 1, are o rezistență hidraulică relativ mică și purifică bine gazele în care concentrația prafului poate să atingă cîteva sute de grame la 1m³ de gaz. În figura 1 sînt date dimensiunile principale ale ciclonului în funcție de diametrul părții cilindrice. Unghiul optim de înclinație a capacului ciclonului este $\alpha = 15°$. Praful din buncăr se descarcă periodic sau continuu. Pentru descărcarea continuă buncărul este prevăzut cu un închizător cu palete în locul registrului.

Tabela 1

Caracteristicile	Semicocsificare	Cocsificare
Producții de gaz brut la anhidru, Nm³/t	1 350	2 250
Vapori de gudron în gazul brut, g/Nm³ (ud)	150	80
Vapori de apă în gazul brut, g/Nm³ (ud)	195	150
Praf de produs, inclusiv negru de fum, g/Nm³ (ud)	32,51	36,88
Densitate, kg/Nm³ (ud)	1,3	1,2
Putere calorifică inferioară a gazului brut (cu gudron), kcal/Nm³ (ud)	2 000	1 800
Gaz uscat la 1 Nm³ de gaz brut, Nm³/Nm³	0,75	0,8
Temperatura gazelor după cicloane, °C	550	750
Materii volatile la produsul anhidru, %	15	7
Compoziția chimică a gazului uscat, % (de volum) :		
$CO_2 + H_2O$	11,3	10,5
Cm Hn	1,6	1,7
O_2	0,3	0,3
CO	3,8	6,2
H_2	4,3	11,5
CH_4	6,7	8,3
N_2	72,0	61,5
Puterea calorifică inferioară a gazului epurat (fără gudron), kcal/Nm³ (uscat)	1 000	1 050

Viteza de sedimentare a particulelor poate fi mărită fie prin mărirea vitezei curentului de gaz, fie prin micșorarea razei de rotație a gazului. Prima posibilitate duce însă la creșterea rezistenței opuse mișcării gazului și în cazul unei anumite valori maxime a vitezei gazului are loc o scădere a randamentului ciclonului, datorită măririi turbulenței curentului.

Ciclonul de tip general este prezentat în figura 2, cu indicarea dimensiunilor în funcție de diametrul părții cilindrice.

Prin efectul intrării tangențiale gazul ia o mișcare de rotație elicoidală, coborînd către partea conică a ciclonului și apoi urcînd către

conducta de ieşire, tot cu o mişcare elicoidală, coaxială cu mişcarea de coborîre. În acelaşi timp particulele solide din gaz, sub acţiunea forţei centrifuge, se îndreaptă spre periferie şi se depun pe peretele cilindric al ciclonului, de

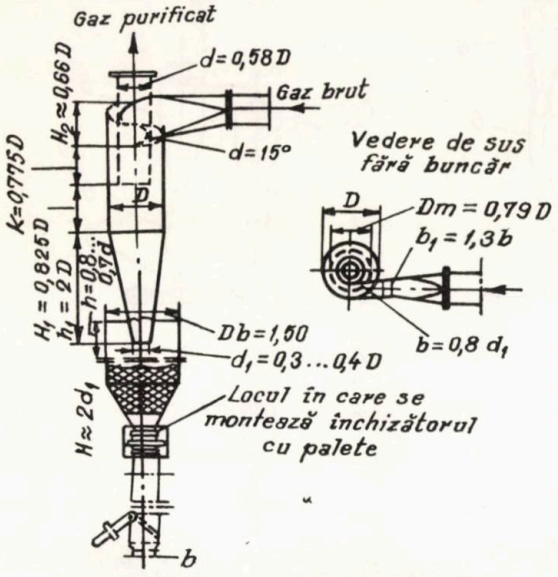


Fig. 1. Ciclon construcţie tip NIOGAZ.

unde cad în partea conică şi sînt evacuate prin deschiderea inferioară.

Pentru ca eficacitatea acestui tip de ciclon să fie maximă este necesar ca valoarea diametrului minim al particulei reţinute să fie cît mai mică posibil; pentru aceasta se impune:

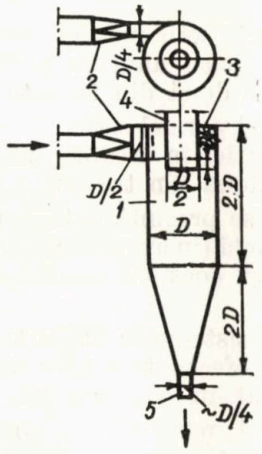


Fig. 2. Ciclon construcţie tip general:
1 – manta; *2* – racord ajutaj la intrare; *3* – capac; *4* – tub central pentru ieşirea gazului; *5* – deschidere pentru evacuarea prafului.

— distanţa particulei considerate pînă la axul ciclonului să fie la un moment dat cît mai apropiată de raza cilindrului ciclonului, adică să se introducă gazul printr-o secţiune cît mai mică posibil;

— viteza periferică pe raza ciclonului să fie maximă, adică viteza de intrare a gazului în ciclon să fie cît mai mare posibil, mărime limitată de pierderea de presiune din ciclon, care, fiind proporţională cu pătratul vitezei de intrare a gazelor în ciclon, nu poate depăşi anumite valori, întrucît exploatarea ciclonului devine neeconomică; practic această viteză nu trebuie să depăşească 20 m/s;

— numărul de evoluţii ciclonare (numărul de spire) să fie cît mai mare posibil;

— viscozitatea dinamică a gazului să fie cît mai mică, ceea ce înseamnă că pentru acelaşi gaz separarea prafului se face în cele mai bune condiţii, cînd temperatura gazului este mică.

Dimensionarea teoretică a ciclonului este orientativă şi ea se corelează experimental în funcţie de condiţiile reale de funcţionare, care ţin seamă nu numai de dimensiunile particulei de praf minime, ci şi de alţi parametri, cum sînt:

— granulaţia prafului — proporţia de granule mici faţă de granulele cu dimensiuni mari;

— umiditatea gazelor;

— natura prafului — aderent sau neaderent.

Amplasarea, precum şi dispunerea în trepte de desprăfuire a celor trei baterii carbofluid se redau în schemele următoare:

Bateria I (*fig. 3*). În figura 3, *a* se prezintă sistemul într-o singură treaptă cu două cicloane tip NIOGAZ, dispuse în paralel; în figura 3, *b* se prezintă sistemul cu patru cicloane, dispuse în două trepte, prima treaptă reprezentînd situaţia din figura 3, *a*, iar cea de-a doua reprezentînd două cicloane legate în serie cu cele din prima treaptă (cicloane de tip general); figura 3, *c* reprezintă varianta îmbunătăţită cu două cicloane de tip general, dispuse în serie.

Bateria II (*fig. 4*). Acest sistem reprezintă două cicloane dispuse în două trepte în serie, de tip NIOGAZ, cele din treapta a doua fiind modificate la partea superioară pe sistemul ciclonului din figura 2.

Bateria III (*fig. 5*). În figura 5, *a* se prezintă primul sistem utilizat la punerea în funcţiune a tehnologiei carbofluid, respectiv două cicloane de tipul celui din figura 2, combinate cu sistemul Lurgi (con lung), dispuse în serie. Acest sistem s-a înlocuit cu cel prezentat în figura 5, *b*, cu patru cicloane tip NIOGAZ, dispuse într-o singură treaptă în paralel, care a funcţionat pînă la aplicarea sistemului prezentat în figura 5, *c*, cu trei cicloane de tip general (fig. 2), dispuse în două trepte, respectiv un ciclon primar legat cu alte două cicloane în paralel.

Din schemele prezentate în figurile 3, 4 şi 5 rezultă următoarele tipuri generale de sisteme de desprăfuire experimentate şi exploatate:

1 — Sistemul serie — cu două cicloane, de tip NIOGAZ în prima treaptă şi de tip general în treapta a doua şi respectiv cu două cicloane de tip general;

2 — Sistemul paralel cu două cicloane tip NIOGAZ;

3 — Sistemul paralel—cu patru cicloane tip NIOGAZ;

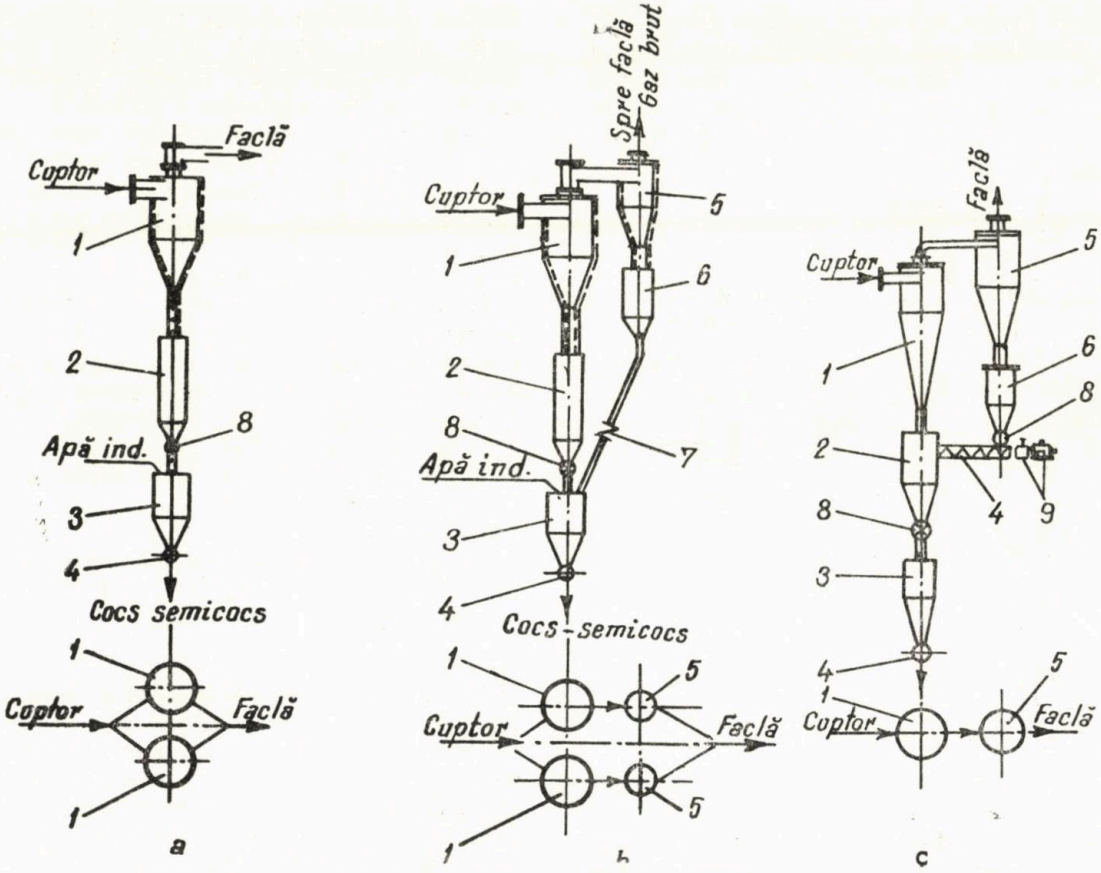


Fig. 3. Sistem de desprăfuire la bateria I:
1 — ciclon treapta I; *2* — buncăr pentru produs treapta I; *3* — răcitor; *4* — melc; *5* — ciclon treapta II; *6* — buncăr pentru produs treapta II; *7* — clapetă; *8* — dozator; *9* — grup motor reductor.

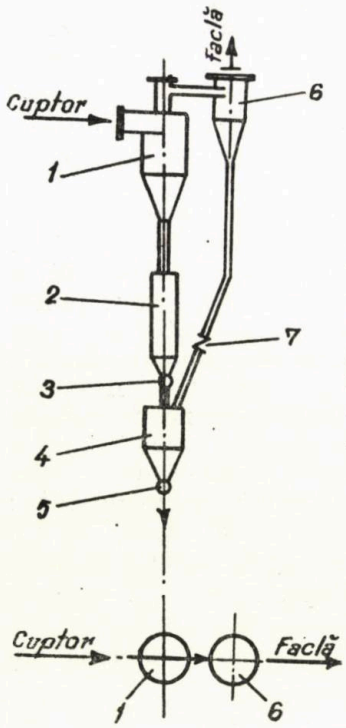


Fig. 4. Sistem de desprăfuire la bateria II:
1 — ciclon treapta I; *2* — buncăr pentru produs treapta I; *3* — dozator; *4* — răcitor; *5* — melc; *6* — ciclon treapta II; *7* — clapetă.

4 — Sistemul serie-paralel — cu trei cicloane tip general dispuse unul în prima treaptă în paralel cu cele două din treapta a doua;

5 — Sistemul paralel-serie — cu două cicloane dispuse în paralel în treapta întîi şi legate în serie cu cele două din treapta a doua.

În tabela 2 se prezintă determinările de praf antrenate la faclă (în atmosferă), la funcţionarea pe semicocs şi cocs de fluidizare, în g/Nm³ (uscat).

Din analiza sistemelor utilizate, precum şi a determinărilor efectuate pentru stabilirea antrenărilor de praf în gaz, rezultă următoarele:

a — Sistemul paralel cu o singură treaptă, cu două şi respectiv patru cicloane tip NIOGAZ, nu a permis o separare corespunzătoare, deci un randament optim, din următoarele cauze:

— s-au folosit diametre mai mari de Ø 800 mm;

— vitezele au fost variabile şi mari (>20 m/s), avînd ca efect scăderea randamentului ciclonului datorită măririi turbulenţei curentului, realizînd un randament scăzut de 93%.

b — Sistemele paralel-serie cu două cicloane tip NIOGAZ în treapta întîi şi altele două de tip general dispuse în treapta a doua în serie cu primele (fig. 3, *b*) au dus la reducerea antre-

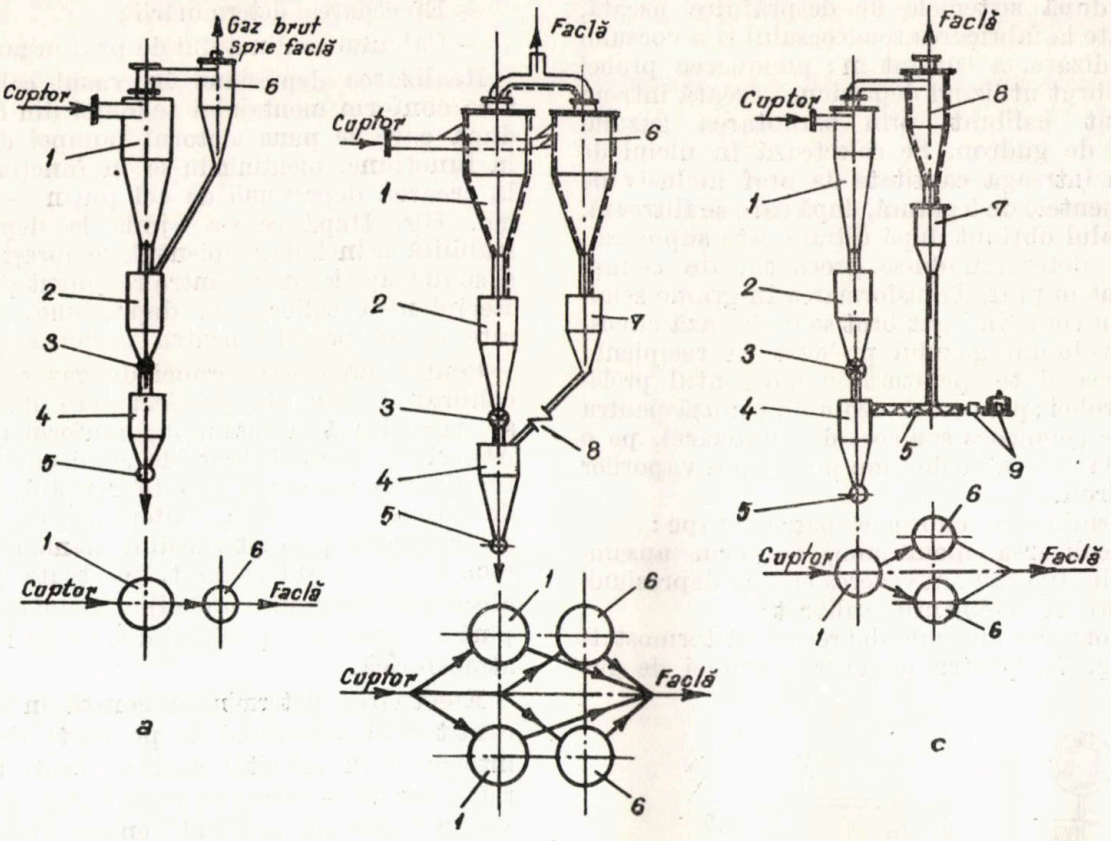


Fig. 5. Sistem de desprăfuire la bateria III:

1 – iclon treapta I; *2* – buncăr pentru produs; *3* – dozator; *4* – răcitor; *5* – melc; *6* – ciclon treapta II; *7* – buncăr pentru produs II; *8* – clapetă; *9* – grup motor reductor.

Tabela 2

Bateria / Cuptor	Figura	Calculat sau determinat	Produsul de la fluidizare	Valoarea conținutului de praf, g/Nm³ (uscat)
I/1,2,3,	3,*a*; 3,*b*	calculat	semicocs	12
I/1	3,*a*	determinat	semicocs	48
I/1	3,*a*	determinat	cocs	27*)
I/3	3,*a*	determinat	semicocs	33*)
I/3	3,*b*	determinat	semicocs	21**)
II/1,2,3	4	calculat	semicocs	12
II/1	4	determinat	semicocs	32
II/3	4	determinat	semicocs	29
II/3	4	determinat	semicocs	22***)
III/1,2,3	5,*b*	calculat	cocs	12
III/1,2,3	5,*b*	determinat	cocs	60
III/1,2,3	5,*c*	calculat	cocs	12
III/1,2	5,*c*	determinat	cocs	40
III/2	5,*c*	determinat	cocs	15****)
III/2	5, *c*	determinat	cocs	32*)
III/3	5,*c*	determinat	cocs	40
III/3	5,*c*	determinat	cocs	38

*) Volumul de gaz brut trecut prin sistemul de desprăfuire a fost mai scăzut decît în condițiile de funcționare normală.

**) Sistemul de desprăfuire paralel cu o singură treaptă cu cicloane tip (fig. 1) a fost completat cu o a doua treaptă de cicloane legată în serie cu prima de tipul prezentat în figura 2.

***) Cicloanele din treapta a doua s-au modificat la partea de intrare a gazelor brute de la sistemul din figura 1, pe sistemul din figura 2.

****) Cuptorul a funcționat cu grătar arzător experimental.

nărilor, așa cum rezultă din tabela 2, de la circa 48 g/Nm³ (uscat) la circa 21 g/Nm³ (uscat), ceea ce reprezintă 15,23 kg/t, care a condus la o eficiență economică de peste 700 000 lei/an. O altă consecință a aplicării acestui sistem a fost aceea că prin racordarea celei de-a doua trepte s-a îmbunătățit randamentul cicloanelor din prima treaptă; această concluzie rezultă din creșterea procentului fracției fine în produsul reținut.

c) Sistemul serie-paralel, cu un ciclon în prima treaptă, legat în paralel cu cele două din treapta a doua, a realizat următoarele:

— a verificat funcționarea sistemului utilizînd cicloanele tip general (fig. 5, *c*);

— a arătat un randament de 97%, îmbunătățit față de sistemul cu patru cicloane tip NIOGAZ dispuse într-o singură treaptă în paralel, prin reducerea pierderilor de la 60 g/Nm³ (uscat) la 40 g/Nm³ (uscat).

d) Sistemul serie cu două cicloane dispuse în două trepte, prima cu ciclon tip NIOGAZ, iar a doua cu un ciclon tip NIOGAZ modificat la partea superioară cu intrare tangențial dreapta; modificarea realizată a condus la reducerea antrenărilor la faclă de la 32 g/Nm³ (uscat) la 22 g/Nm³ (uscat).

Metoda de prelevare a probelor de gaz brut și determinarea conținutului de praf în gazele

brute după sistemele de desprăfuire uscată, rezultate la fabricarea semicocsului şi a cocsului de fluidizare, a constat în: prelevarea probei de gaz brut utilizînd depresiunea creată într-un recipient calibrat, prin barbotarea gazului în ulei de gudron. Se colectează în uleiul de gudron întreaga cantitate de praf inclusiv de pe elementele de legătură, după care se filtrează. Materialul obţinut după filtrare este supus calcinării, determinîndu-se procentul de cenuşă conţinut în praf. Transformarea în grame semicocs sau cocs/Nm³ gaz brut se realizează cunoscînd: volumul gazului prelevat în recipient; presiunea şi temperatura în momentul prelevării probei; procentul mediu de cenuşă pentru produse (semicocs sau cocs de fluidizare), pe o perioadă mai mare de timp şi volumul vaporilor de gudron.

Determinarea cuprinde patru etape:

— Realizarea montajului, conform ansamblului din figura 6, în vederea creării depresiunii (vidului) în recipientul calibrat;

— Montarea ansamblului recipient-termostat-tub (fig. 7), pentru prelevarea probei de gaz brut;

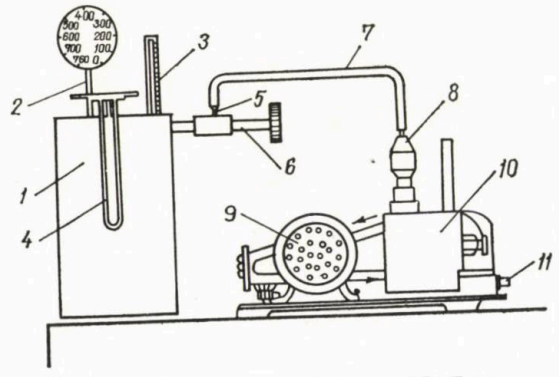


Fig. 6. Ansamblu recipient — pompă de vid:

1 — recipient metalic; *2* — manometru; *3* — termometru; *4* — manometru „U"; *5* — ştuţ; *6* — şurub reglare; *7* — tub cauciuc; *8* — ştuţ pompă vid; *9* — motor pompă; *10* — pompă de vid; *11* — racord electric.

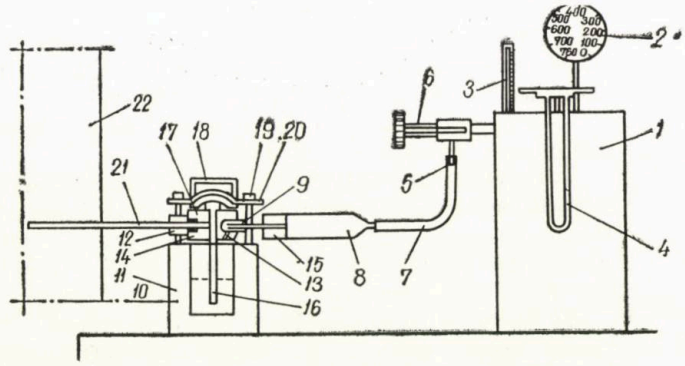


Fig. 7. Schemă de montaj a instalaţiei în condiţiile de prelevare a probei de gaz brut:

1 — recipient metalic; *2* — manometru; *3* — termometru; *4* — manometru „U"; *5* — ştuţ; *6* — şurub reglare; *7* — tub cauciuc; *8* — cartuş filtrant cu vată; *9* — tub sticlă; *10* — vas metalic cu apă; *11* — vas metalic cu ulei de gudron; *12* — şurub etanşare — fixare; *13* — orificiu de legătură; *14* — garnitură de cauciuc; *15* — dop cauciuc; *16* — tub barbotare gaz brut în ulei de gudron; *17* — capac de legătură şi etanşare; *18* — şaibă ghidare; *19* — piuliţă etanşare; *20* — capac metalic; *21* — tub oţel refractar; *22* — conductă de gaz brut.

— Efectuarea determinării;

— Calculul conţinutului de praf în gazul brut.

Realizarea depresiunii în vasul calibrat se face conform montajului schemei din figura 6, după care se pune motorul pompei de vid *9* în funcţiune, menţinîndu-se în funcţiune pînă la crearea depresiunii de cel puţin —740 mm col. Hg. După ce s-a ajuns la depresiunea stabilită se închide recipientul, se opreşte pompa şi se desface legătura dintre recipient şi pompă. Recipientul calibrat cu depresiunea necesară este astfel pregătit pentru prelevarea probei.

Pentru prelevarea probei de gaz recipientul calibrat 1 (fig. 6), pregătit sub depresiune, se racordează la ansamblu, conform figurii 7. Absorbţia gazului brut de semicocs sau cocs fluidizat se realizează la o diferenţă de presiune de 50 mm col. H_2O. Diferenţa de presiune se urmăreşte prin intermediul manometrului *4*, montat pe vasul calibrat, pe toată perioada absorbţiei (prelevării probei) în uleiul de gudron, pînă la egalizarea presiunii din recipient cu cea atmosferică.

Efectuarea determinării constă în aducerea cantitativă a prafului de pe toate elementele interpuse în circuitul gazului brut, tub oţel refractar *22* — cartuş cu vată *8* (fig. 7), într-un pahar Berzelius, utilizînd benzen. Proba astfel obţinută se filtrează la trompa de vid. După filtrare filtrul se trece într-un creuzet de porţelan. Se aprinde conţinutul creuzetului, iar după ardere se calcinează.

Cunoscînd tara creuzetului gol şi după calcinare se stabileşte cantitatea de cenuşă conţinută în probă, conform STAS 5265—69.

Calculul concentraţiei de praf în gazul brut evacuat se efectuează după cum urmează:

— Date necesare calculului:

— volumul vasului calibrat V, dm³;

— presiunea iniţială în vasul calibrat pi, mm·Hg;

— presiunea finală în vasul calibrat pf, mm·Hg;

— temperatura absolută T, °K;

— temperatura finală în recipient tf, °C;

— volumul recipientului în condiţii normale Vo, Ndm³;

— cantitatea de cenuşă conţinută în probă A_p^{anh}, g;

— vapori de gudron conţinuţi în gazul brut, 0,2 Nm³/Nm³ gaz brut;

— cantitatea de gaz brut uscat c = =0,8 Nm³/Nm³ gaz ud;

— procentul mediu de cenuşă a produsului (semicocs, cocs de fluidizare) A_m^{anh}, %.

— calculul:

$$V_0 = \frac{T}{pi} \cdot V \frac{(pi - pf)}{T + tf}, \text{ Ndm}^3$$

$$G_{s.c} = A_p^{anh} \cdot \frac{100}{\% A_m^{anh}}, \text{ g}$$

$$G_0 = \frac{1\,000}{V_0} \cdot G_{s.c}, \text{ g/Nm}^3 \text{ uscat}$$

$$G = G_0 \cdot c, \text{ g/Nm}^3 \text{ ud}$$

în care:

$G_{s.c}$ este cantitatea de produs (semicocs sau cocs);

G_0 — concentrația produsului antrenat în gazul brut uscat;

G — concentrația produsului antrenat în gazul brut ud.

Concluzii

Ținînd seamă de condițiile de experimentare și exploatare a cicloanelor, la temperatură mare (500—800°C), de faptul că greutatea specifică atît a semicocsului, cît și a cocsului antrenat este mică (500 kg/m³), precum și participația fracțiilor mici în procent ridicat în granulometria produselor, au rezultat următoarele:

— S-a obținut un randament maxim, în exploatare, de 97%, iar sistemele exploatate curent au prezentat un randament sub 95%;

— Rezultă ca sistem optim sistemul serie cu cicloane de tip general, care realizează cel mai bun randament, printr-o dimensionare corespunzătoare;

— Un neajuns general, constatat la toate sistemele prezentate, l-au constituit circulațiile inverse de gaze la cicloane (dispuse în serie sau paralel), cu buncăre colectoare comune.

Pentru îmbunătățirea exploatării sistemelor de desprăfuire, utilizînd cicloane, se impun următoarele:

— experimentarea ciclonului cap de serie, întrucît realizarea unor cicloane cu randament mare de separare este foarte dificilă, iar eficacitatea acestora este strîns legată de cunoașterea, la faza de proiectare, a tuturor parametrilor de funcționare, adică: granulația precisă a prafului; cantitatea de praf din gaze; temperatura gazului; umiditatea gazului; volumul exact al gazului brut ce va trece prin ciclon etc., date în general imposibil de stabilit anticipat;

— organizarea fiecărui ciclon cu buncăr colector, organ de evacuare etanș, cu păstrarea nivelului minim, cerință strict necesară;

— evitarea funcționării cu sistemul de desprăfuire înfundat, în scopul eliminării pierderii producției, precum și a perturbațiilor ce le generează în exploatarea rațională a cuptoarelor.

Ca o concluzie generală ce se desprinde din studiul sistemelor de desprăfuire exploatate, în cadrul tehnologiei carbofluid și avînd în vedere particularitățile deosebite pe care le prezintă gazele brute de fluidizare, se impune utilizarea epurării umede pe lîngă cea uscată, în scopul eliminării cheltuielilor neeconomice și a evitării poluării atmosferei cu pulberi și gaze (praf semicocs sau cocs, negru de fum, CO, compuși cu sulf și compuși polinuclear condensați), evacuate în atmosferă după trecerea prin sistemele de desprăfuire.

Contribuţii privind reducerea consumurilor specifice în fabricarea oţelului electric

Ing. Gh. Chiţu
Ministerul Aprovizionării Tehnico-Materiale şi Controlului Gospodăririi Fondurilor Fixe

CZ 669.141.247

Ritmul susţinut al dezvoltării economiei ţării noastre reclamă mobilizarea tuturor eforturilor pentru valorificarea rezervelor materiale şi financiare existente în toate sectoarele de activitate.

Îndeplinirea, în bune condiţii, a sarcinilor de producţie, este posibilă prin organizarea superioară a muncii, aprovizionarea tehnico-materială corelată cu planul şi structura sortimentală, prin promovarea tehnicii şi tehnologiei avansate şi alte măsuri tehnico-organizatorice.

În stadiul actual de dezvoltare a tehnicii şi concurenţei mondiale este imperios necesară preocuparea pentru creşterea competitivităţii produselor, reflectată în calitatea şi preţul acestora. Acest deziderat trebuie să stea în centrul preocupărilor cadrelor tehnico-economice, transformîndu-l într-o activitate permanentă, de prim ordin. Acestei preocupări trebuie să i se alăture buna organizare a aprovizionării tehnico-materiale care înlătură producţia în asalt, influenţează pozitiv asupra calităţii produselor şi asigură o desfacere ritmică a acestora. O aprovizionare bine organizată, conjugată cu o tehnică şi tehnologie avansată precum şi cu organizarea ştiinţifică a producţiei, duce la creşterea productivităţii muncii, reducerea preţului de cost, ridicarea rentabilităţii producţiei şi deci la creşterea acumulărilor.

În cele ce urmează se vor prezenta rezultatele obţinute într-o oţelărie electrică din R.S. România în direcţia reducerii consumurilor specifice, ca urmare a preocupărilor manifestate în direcţiile expuse.

După cît se ştie în preţul de cost al oţelului cheltuielile materiale au o pondere mare. Spre exemplu în oţelăriile electrice din ţara noastră cheltuielile cu materii prime şi materiale auxiliare şi directe reprezintă 72—80% faţă de 53—62% în R. F. Germania. Se reţine deci cît de mari sînt rezervele materiale şi financiare şi ce rezultate se pot obţine prin reducerea consumurilor specifice.

Înainte de a se arăta metodele aplicate pentru realizarea unor consumuri specifice cît mai reduse, se va prezenta structura preţului de cost al oţelului electric din două uzine din ţara noastră, de unde se poate vedea participaţia fiecărui capitol de cheltuieli la total preţ de cost. Se menţionează că în preţul de cost sînt cuprinse şi materialele utilizate în sectorul de turnare a oţelului. Din analiza efectuată a rezultat că din total preţ de cost, cheltuielile efectuate în sectorul de turnare reprezintă 11—17% şi anume, 11 — 13% în cazul turnării clasice şi 15—18% pentru oţelul tratat sub vid (degazat). Acestea sînt participaţiile pentru turnarea oţelului la lingouri. În cazul pieselor turnate cheltuielile efectuate în sectorul de turnare reprezintă 50—65% din total preţ de cost. Diferenţa constituie cheltuieli în sectorul de elaborare a oţelului.

Participaţia fiecărui capitol la total preţ de cost, pentru cuptoare de aceeaşi capacitate dar cu destinaţie diferită a oţelului turnat, se prezintă în tabela 1.

Tabela 1

Capitolul din preţul de cost al oţelului electric	Ponderea din total preţ de cost, %	
	Uzina A	Uzina B
Materii prime	50	62
Materiale auxiliare şi directe	22	17,5
Total cheltuieli materiale	72	79,5
Energie şi combustibil	10	10,3
Alte cheltuieli	18	10,3
Total preţ de cost	100	100,0
Destinaţia oţelului, %		
— lingouri pentru laminoare	68	100
— lingouri pentru forjă	22	—
— lichid pentru turnătorie	10	—

Avînd în vedere influenţa consumurilor specifice asupra preţului de cost al oţelului electric se va prezenta, în continuare, experienţa uzinei A, metodele aplicate, precum şi măsurile ce trebuie întreprinse pentru obţinerea unor rezultate şi mai bune în direcţia reducerii principalelor consumuri de materii prime, materiale, energie etc.

Vor fi avute în vedere în acest articol numai consumurile cu pondere mare în preţul de cost, printre care :

Încărcătura metalică. Norma de consum pentru încărcătura metalică cuprinde fierul vechi, fonta, feroaliajele şi 1/2 din fierul minereului pentru decarburare.

Realizările obţinute în anul 1972 de uzinele A şi B sînt cuprinse între 1 074 şi 1 076 kg/t oţel. În diagrama 1 se prezintă evoluţia consumului de încărcătură metalică pe o perioadă de 6 ani în uzina A.

Pentru reducerea consumului de încărcătură metalică s-au aplicat următoarele metode (în paranteză este trecut anul de cînd a început aplicarea măsurii) :

— recuperarea prin recirculare a tuturor deşeurilor de fabricaţie (1968);

— dozarea exactă a încărcăturii metalice în funcţie de sortimentul de oţel elaborat şi mărimea lingourilor sau pieselor turnate (1969);

— reducerea perioadei de dezoxidare pînă la limita admisă de calitatea oţelului elaborat (1969);

— micşorarea rebuturilor şi a deşeurilor (1968—1972).

Măsurile nu sînt epuizate şi trebuie acţionat în continuare pentru a reduce consumul de încărcătură metalică la nivelul realizărilor din alte ţări, între care 1 061 kg/t oţel în Japonia sau 1 065—1 070 kg/t în Franţa. Prin realizarea unui consum de încărcătură metalică la nivelul acestor ţări se poate reduce preţul de cost al oţelului cu 10—15 lei/t.

Electrozi de grafit. În preţul de cost al oţelului ponderea cheltuielilor efectuate cu electrozii de grafit reprezintă 6,5—8,5 %. Această situaţie se datorează faptului că se realizează consumuri specifice mari şi anume 8—12 kg/t oţel.

Pentru reducerea consumului de electrozi, la nivelul unor realizări din ţări industrializate: 4,8—7 kg/t oţel în Franţa sau în R. F. Germania; 7,5 kg/t în U.R.S.S.; 5,7 kg/t în Anglia; 5 kg/t în Suedia, au fost aplicate unele măsuri

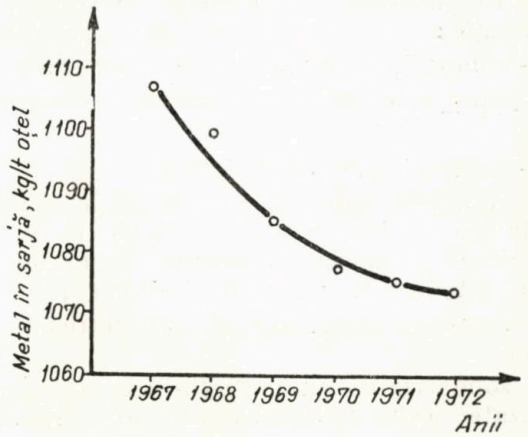


Fig. 1. Evoluţia consumului de metal în şarjă.

tehnico-organizatorice şi tehnologice. În paranteză sînt trecuţi anii din care a început aplicarea măsurilor respective, iar în diagrama 2 este prezentată evoluţia consumului de electrozi de grafit.

Principalele măsuri care au dus la reducerea consumului de electrozi, în uzina A, sînt:

— recondiţionarea electrozilor rupţi în vederea reutilizării la elaborare (1968);

— utilizarea unei paste speciale între niplu şi electrod (1968);

— asamblarea (strîngerea) mecanizată a coloanei de electrozi (1969);

— automatizarea reglării electrozilor în timpul topirii (1969);

— pregătirea încărcăturii la dimensiuni mici, sub 400 mm (1970);

— utilizarea electrozilor cu proprietăţi superioare mecanice şi electrice (1970—1971);

— micşorarea duratei de elaborare a şarjei şi în special a staţionărilor între două şarje sau în timpul şarjei (1971);

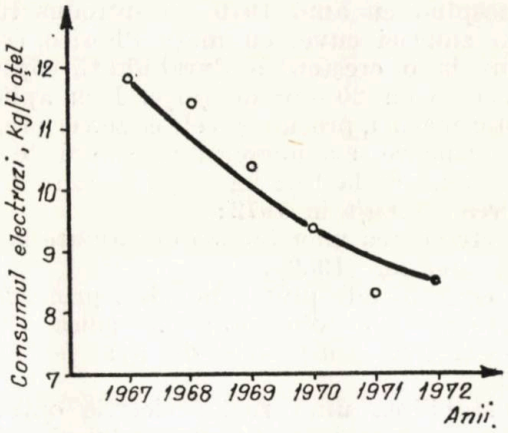


Fig. 2. Evoluţia consumului de electrozi de grafit.

— depozitarea electrozilor în locuri corespunzătoare şi manipulare îngrijită (1971).

Energie electrică. Comparativ cu realizările din alte ţări: Iugoslavia 673 kWh/t, Bulgaria 568 kWh/t, Franţa 587—635 kWh/t, în uzinele din R. S. România se consumă încă 750—760 kWh/t oţel energie electrică, ceea ce reprezintă circa 10 % din preţul de cost.

Pentru micşorarea consumului de energie electrică se poate acţiona pe următoarele căi:

— utilizarea încărcăturii lichide;

— pregătirea fierului vechi la dimensiuni mici;

— mecanizarea ajustării şi încărcării cuptoarelor;

— scurtarea perioadelor de după topire; pînă la topirea completă se consumă circa 450 kWh/t energie electrică iar restul de 200—300 kWh/t la afinare (oxidare) şi dezoxidare;

— utilizarea oxigenului la elaborare (8—12 m^3N/t oţel);

— montarea de watmetre şi contoare la cuptoare pentru reglarea şi înregistrarea consumului de energie electrică;

— izolarea cuptorului în vederea creşterii randamentului termic la minimum 52 %;

— automatizarea avansată a cuptorului;

— stabilirea unui regim electric optim;

— ridicarea calificării personalului de conducere a cuptorului.

Cărămizi refractare pentru cuptoare. Pentru bolţile cuptoarelor se utilizează cărămizi silica, pentru vatră cărămizi din magnezită, pentru zidirea cuvei (pereţilor), pe o înălţime de 2/3, se întrebuinţează cărămizi din magnezită iar pentru diferenţa (1/3 din înălţime) cărămizi din cromomagnezită, la partea superioară.

În vederea reducerii uzurii căptuşelii cuvei, ca urmare a scurgerilor din cărămizile silica,

primele 4—5 inele exterioare ale bolţilor s-au zidit din cărămizi din cromomagnezită placată.

Pentru creşterea stabilităţii zidăriei cuvei s-au utilizat cărămizi placate, iar în lipsa acestora în mortarul dintre cărămizi s-a introdus şi praf de oxizi de fier (ţunder).

Începînd cu anul 1970 s-a introdus torcretarea zidăriei cuvei cu masă Plibrico, ceea ce a dus la o creştere a durabilităţii căptuşelii refractare cu 20—30 de şarje. Prin aplicarea acestor măsuri, precum şi cele ce se vor prezenta în continuare, s-a micşorat consumul de cărămizi bazice de la 16,2 kg/t oţel realizat în 1968 la circa 13 kg/t în 1972:

— efectuarea unor lucrări de calitate la refacerea zidăriei (1969);

— curăţarea de praf a bolţilor, prin suflare, în special cele din cărămidă silica (1969);

— evitarea scurgerilor de apă pe zidărie (1970);

— stabilirea unui regim electric optim pe perioadele caracteristice procesului de elaborare (1970);

— întreţinerea corectă şi exploatarea raţională a cuptoarelor (1968—1972);

— conservarea în locuri corespunzătoare şi manipularea îngrijită a cărămizilor (1971);

— utilizarea blocurilor prefabricate din dolomită;

— zidirea zonelor cu uzură prematură (zonele arcurilor electrice) din cărămizi suprarefractare.

Utilajul de turnare. În grupa de utilaj de turnare se includ lingotierele, podurile de turnare şi accesoriile (maselotiere, pîlnii, inele de presiune etc.).

Avînd în vedere influenţa utilajului de turnare asupra calităţii lingourilor, precum şi participaţia în preţul de cost de 3—4%, cînd se realizează lingouri pentru laminoare, şi de 5—8%, în cazul turnării lingourilor pentru forjă, s-a acordat o mare atenţie micşorării consumului acestora.

Consumul specific de utilaj de turnare este diferit la cele două uzine comparate şi aceasta datorită faptului că la uzina A se toarnă şi lingouri pentru forjă, iar lingotierele respective au o durabilitate mai mică, fiind de dimensiuni mai mari.

În timp ce oţelăria din uzina B a realizat un consum specific de utilaj de turnare de 18,8 kg/t oţel, la uzina A aceasta a fost de 38,2 kg/t. Comparativ cu ceea ce s-a realizat în anul 1967 la uzina A, consumul specific din anul 1972 este cu 44% mai mic, aşa cum rezultă din diagrama 3.

În Franţa însă, la o uzină în care oţelul are o destinaţie similară cu cea de la uzina A din ţara noastră, se realizează 24,4 kg/t utilaj de turnare.

Micşorarea consumului de utilaj de turnare cu 10 kg/t, la uzina A, ar duce la o economie la preţul de cost de circa 40 lei/t oţel.

Din studiile întreprinse a rezultat că asupra consumului specific de utilaj de turnare au influenţă următorii factori: mărimea lingotierei, caracteristicile dimensionale şi constructive, compoziţia chimică şi structura fontei, precum şi modul de exploatare (utilizare).

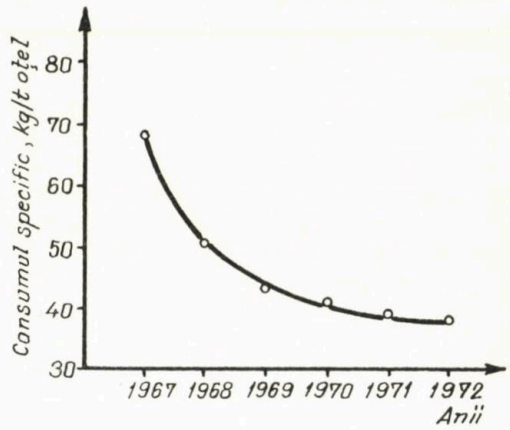


Fig. 3. Evoluţia consumului de utilaj de turnare.

Căile principale prin care se poate reduce consumul de utilaj de turnare, sintetizate în urma experienţei uzinei A, sînt:

— Respectarea următoarelor prescripţii de fabricaţie:

— compoziţia chimică: S = max. 0,060%; $\frac{Si}{Mn} = 2 - 2{,}3$;

— conţinut mic de hidrogen;

— suprafeţe interioare şi frontale drepte; se indică prelucrarea lingotierelor la partea superioară şi inferioară, precum şi a maselotierelor, pîlniilor la zonele de îmbinare;

— armarea interioară şi centurarea exterioară;

— solidarizarea cu inele (brîuri) sus şi jos, realizate prin îngroşarea zonelor respective (1969).

— Detensionarea naturală, minimum 3—6 luni de la data turnării (1968);

— Asamblarea corectă înainte de turnare (1968);

— Protejarea suprafeţei interioare cu lacuri sau vopsele speciale (1970);

— Respectarea temperaturii optime prescrise pentru fiecare sortiment de oţel care se toarnă (1969);

— Dezbaterea lingourilor cu ajutorul striperului sau a unui dispozitiv de stripare;

— Utilizarea la turnare după un ciclu stabilit în funcţie de mărimea lingotierei (1969);

— Recondiţionarea zonelor uzate prin sudare electrică sau autogenă, ceea ce duce la creşterea durabilităţii cu 20—40 turnări (după experienţa Combinatului siderurgic — Reşiţa).

În concluzie utilajul de turnare reprezintă o mare rezervă în direcţia reducerii preţului de cost atît prin scăderea consumului specific, cît şi prin obţinerea, cu ajutorul său, a unor lingouri fără defecte de suprafaţă, prin reducerea pierderilor de oţel la turnare şi prin creşterea producţiei bune de laminate şi piese forjate.

Consumul de cărămizi refractare pentru turnare. În sectorul de turnare cărămizile refractare servesc pentru căptuşirea oalelor de turnare, pentru zidirea maselotierelor, a podurilor şi a pîlniilor de turnare, bucşarea lingotierelor invers conice turnate la sifon (indirect). Se mai utilizează la căptuşirea barelor port-dop şi ca orificii de turnare.

În oţelăriile dotate cu instalaţii pentru degazarea oţelului sînt necesare cărămizi refractare, în general de calitate superioară, pentru căptuşirea cuvelor, a recipienţilor şi a tuburilor plonjoare în funcţie de tipul instalaţiei.

Consumul specific de cărămizi refractare pentru turnarea oţelului este cuprins între 18 şi 30 kg/t oţel, fiind funcţie de calitatea lor, de metodele de turnare (directă sau indirectă), de mărimea oalelor de turnare etc.

Evoluţia consumului de cărămizi de şamotă la uzina A este prezentată în diagrama 4.

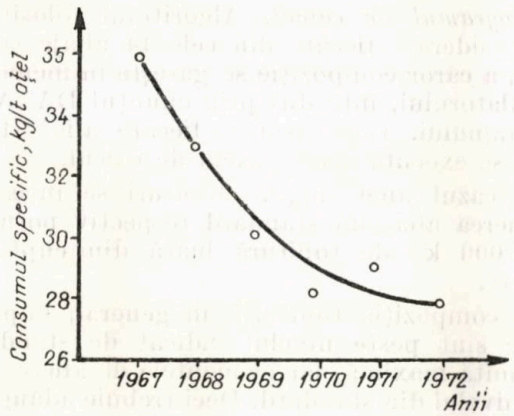


Fig. 4. Evoluţia consumului de cărămizi de şamotă.

Pe locuri de utilizare, orientativ consumul specific de cărămizi de şamotă şi mortare refractare este:

— căptuşirea oalelor de turnare, 8—13 kg/t;

— bara port-dop şi orificii de turnare, 1,5—2,5 kg/t;

— canale şi pîlnii de turnare, 5—10 kg/t;

— zidire maselotiere, 2—3 kg/t;

— bucşare lingotiere, 0,5—1 kg/t;

— mortare diferite, 2—3 kg/t.

La instalaţiile de gazare tip R.H. consumurile specifice de cărămizi refractare sînt:

— cărămizi pentru zidirea instalaţiei, 1,5—2 kg/t oţel vidat;

— mortare speciale, 2—2,5 kg/t oţel vidat.

Măsurile pentru reducerea consumului specific de cărămizi refractare în sectorul de turnare sînt:

— calitate corespunzătoare a cărămizilor şi mortarelor;

— depozitare şi manipulare îngrijită;

— respectarea temperaturii de turnare a oţelului;

— ştamparea maselotierelor;

— executarea unor zidării de calitate şi uscare suficientă a oalelor de turnare şi a maselotierelor.

Din datele prezentate rezultă că pentru micşorarea consumurilor specifice trebuie stabilite măsuri concrete, pe locuri de muncă.

În rezumat căile prin care pot fi reduse consumurile de materiale sînt: organizarea superioară a activităţii; creşterea productivităţii muncii; introducerea tehnologiilor avansate şi a tehnicii noi; optimizarea proceselor de producţie cu ajutorul calculatoarelor electronice; gospodărirea judicioasă a materialelor; ridicarea calificării profesionale; stabilirea unor norme de consum mobilizatoare.

Optimizare economică a elaborării aliajelor de aluminiu

Ing. D. Guţu şi ing. I. Gheocalescu
Institutul de proiectare şi cercetare pentru metale neferoase şi rare
Bucureşti

CZ 669.715

În cadrul I.M.N.R. a fost elaborat Studiul tehnico-economic pentru o Secţie de aluminiu secundar la o uzină de metale neferoase. După predarea lucrării tehnologii uzinei, de comun acord cu proiectanţii tehnologi din I.M.N.R., au propus să se elaboreze programele de calcul pentru prelucrarea automată a datelor, în vederea optimizării economice a elaborării aliajelor de aluminiu.

Creşterea eficienţei poate fi realizată prin diminuarea adaosurilor de metale primare în şarjă.

În standardele şi normativele în vigoare pentru aliaje de aluminiu sînt indicate pînă la 10 elemente, considerate impurităţi, pentru care sînt indicate limite maxime de conţinut ca, de exemplu : Zn, Pb, Sn, Fe. Sînt indicate, de asemenea, metalele de aliere (Si, Mn, Mg, Ti, uneori Ni etc.).Unele metale ca, de exemplu, cuprul, sînt considerate în unele aliaje impurităţi, iar în altele reprezintă elemente de aliere. Pornind de la aceaste premise s-a elaborat programul de calcul necesar optimizării economice a elaborării aliajelor de aluminiu. Programul s-a scris pentru calculatorul de proces al firmei JEOL — (tip JEC 6) folosindu-se limbajul FORTRAN.

Problemele principale care au apărut cu prilejul realizării acestui program, rezultatele obţinute etc. sînt indicate în continuare.

Premise de lucru. La turnarea unui aliaj din deşeuri de metale neferoase se urmăreşte realizarea următoarelor condiţii :

— impurităţile trebuie aduse în limitele standardului ;

— adaosul de metal primar, pentru realizarea conţinutului limită de impurităţi, trebuie să fie cît mai mic.

Tehnologia de obţinere a aliajelor este următoarea :

— deşeurile fără fier sînt topite în cuptorul rotativ din dotarea secţiei ;

— deşeurile în bucăţi, cu fier, sînt topite, pentru deferare, într-un cuptor cu vatră înclinată ;

— obţinerea aliajelor are loc în cuptorul mixer, prin adaos de prealiaje, aluminiu primar şi prin alte prelucrări tehnologice.

Problema care se pune este următoarea : ce cantităţi de topitură fie din cuptorul rotativ, fie din ambele cuptoare şi ce cantităţi de elemente de aliere trebuie amestecate în mixer, astfel ca să se obţină în modul cel mai economic aliajele standard, în condiţiile în care cuptoarele au capacităţi limitate la 3 000, 4 000 şi 6 000 kg, respectiv pentru cuptorul cu vatră înclinată, cuptorul rotativ şi mixer.

Poate fi luată în calcul doar topitura din cuptorul rotativ sau topiturile din cuptorul rotativ şi din cel cu vatră înclinată.

În primul caz se introduc în calculator doar datele referitoare la procentele în topitură ale celor zece elemente considerate impurităţi şi a totalului restului impurităţilor, obţinute în cîteva minute prin analiza unei probe de topitură luată din cuptorul rotativ.

Analizele probelor se efectuează cu ajutorul unui spectrometru automat de tip ARL. Rezultatele se obţin direct sub formă de conţinut procentual al elementului determinat în topitură. În cazul al doilea se introduc procentele aceloraşi elemente dar pentru ambele topituri analizate.

Programul de calcul. Algoritmul folosit ia în considerare fiecare din cele 14 aliaje standard, a căror compoziţie se găseşte în memoria calculatorului, introdus prin enunţul DATA al programului. Deci, pentru fiecare aliaj standard se execută acelaşi ciclu de calcul.

În cazul unei singure topituri se încearcă obţinerea aliajului standard respectiv pornind cu 4 000 kg de topitură luată din cuptorul rotativ.

În compoziţia topiturii, în general, impurităţile sînt peste nivelul indicat de standard ca limită maximă, iar elementele de aliere sînt sub nivelul din standard. Deci trebuie adăugate elemente de aliere şi aluminiu astfel ca impurităţile să fie aduse la limita sau sub limita din standard, iar elementele de aliere să fie aduse la limita standardului.

Dacă topitura este destul de impură, din calcul rezultă că pentru a aduce în limitele standardului impuritatea care trece procentual cel mai mult de aceste limite este necesar să fie adăugate mai mult de 2 000 kg de aluminiu şi elemente de aliere. Deci, diluarea impurităţilor necesită un adaos care, împreună cu cele 4 000 kg de topitură, depăşeşte capacitatea mixerului. Se impune, deci, reducerea cantităţii de topitură luată din cuptorul rotativ. Algoritmul prevede reducerea ei cu cîte 1 000 kg dar nu sub 2 000 kg. Dacă nu se poate obţine aliajul standard respectiv nici în aceste cazuri se trece la aliajul standard următor, începînd calculul din nou cu 4 000 kg de topitură.

Dacă se poate obține aliajul standard cu una din valorile de 4 000, 3 000 sau 2 000 kg prin calculul diluției impurităților, se mai face o testare ținînd seama de concentrarea elementelor de aliere. Se calculează adaosul dat de cantitățile de elemente de aliere necesare pentru a aduce toate elementele de aliere în limitele standardului.

Dacă acest adaos este mai mic decît cel găsit din diluția impurităților se face calculul cu acesta din urmă. Dacă este mai mare, atunci se testează dacă împreună cu cantitatea de topitură nu depășește capacitatea mixerului. Dacă nu o depășește se face calculul în continuare, luînd în considerare acest adaos. Dacă da, se reduce, dacă este posibil, cu 1 000 kg cantitatea de topitură folosită și se calculează adaosul, de această dată direct din adaosul dat de concentrarea elementelor de aliere, care s-a dovedit a fi o condiție mai restrictivă decît cea dată de diluarea impurităților.

În cazul a două topituri se încearcă inițial cu 1 000 kg din cuptorul rotativ și cu 3 000 kg din cuptorul cu vatră înclinată. Se calculează compoziția topiturii rezultate din amestecul acestor două topituri și se execută același ciclu de calcul ca în cazul unei singure topituri. Dacă nu se poate obține aliajul standard respectiv se scade cantitatea de topitură luată din cuptorul cu vatră înclinată cu cîte 1 000 kg dar nu sub această valoare, făcîndu-se de fiecare dată calculul pentru două topituri expus mai sus. Se iau în considerare doar prețurile elementelor de aliere și se tipărește, pentru fiecare aliaj care se poate obține, prețul total al adaosului.

Analiza topiturii sau topiturilor, introducerea rezultatelor analizei în calculator, calculul și tipărirea rezultatelor trebuie să fie executate cu operativitate deoarece în acest timp topitura sau topiturile așteaptă în cuptoare, pierderile de metale utile și de energie fiind funcții crescătoare cu timpul. S-a indicat ca limită 10 min. Desigur, ciclul de acțiuni care trebuie executate operativ mai cuprinde și decizia în privința aliajului fabricat, cîntărirea elementelor de adaos și topirea lor în mixer.

Date necesare. În calculator trebuie introduse procentele rezultate din analiza topiturilor pentru cele zece elemente și pentru totalul restului impurităților. Aceste date se pot introduce sau prin claviatura mașinii de scris cuplată cu calculatorul sau printr-o bandă perforată pregătită în prealabil și care se citește la cititorul optic.

În primul caz calculatorul tipărește pe rînd simbolurile elementelor ale căror procente trebuie introduse dar în al doilea caz este nevoie să se respecte cu strictețe o ordine de perforare a datelor pe bandă, ținînd seamă că pe bandă nu se perforează și simbolurile elementelor, ci doar procentele într-o succesiune fără goluri. În acest din urmă caz, după introducerea datelor, calculatorul tipărește la mașina de scris simbolurile elementelor și procentele respective.

În ambele cazuri, după tipărirea simbolurilor și a procentelor corespunzătoare, calculatorul se oprește pentru a permite operatorului verificarea lor.

Luarea deciziei. Deoarece există niște criterii variabile folosite în luarea deciziei asupra aliajului de produs într-un anumit caz, s-a lăsat libertatea factorilor răspunzători să hotărască în urma consultării foilor cu rezultate, care aliaj urmează să se producă. Se poate astfel întîmpla ca aliajul care rezultă ca fiind cel mai economic de produs să nu se producă deoarece este nevoie de altele în perioada de timp imediat următoare.

În apreciere trebuie să se țină seamă nu numai de costul minim al adaosului, ci și de cantitatea de aliaj care se obține cu acel preț. Ar fi bine să se creeze un stoc de aliaje, nu prea mare, ca să nu se cheltuiască prea mult cu stocarea, stoc care să fie un tampon, astfel ca deciziile să cadă întotdeauna pe aliajul care se obține cu cea mai mică cheltuială.

Economii ce ar putea fi obținute. Programul a fost rulat pentru verificare. În exemplul care se ia în considerare cantitățile de aliaj obținute și prețurile adaosurilor sînt următoarele :

— aliajul nr. 1,	6 000 kg	63 385,64 lei
— aliajul nr. 2,	5 000 kg	48 680,96 lei
— aliajul nr. 3,	4 165,21 kg	4 873,90 lei
— aliajul nr. 7,	5 600 kg	22 114,96 lei
— aliajul nr. 8,	4 225,19 kg	1 820,75 lei
— aliajul nr. 10,	5 600 kg	20 934,76 lei
— aliajul nr. 12,	5 600 kg	21 032,48 lei

Celelalte aliaje standard nu se pot obține.

Se observă că prețurile adaosurilor diferă foarte mult. Aliajul nr. 8 se obține cu numai 1 821 lei, aliajul nr. 3 doar cu 4 874 lei. Deși aceste aliaje se obțin în cantități mai mici decît celelalte, diferențele de preț sînt mult mai mari decît diferențele corespunzătoare de cantități. Deci dacă se produce aliajul nr. 8 în loc de aliajul nr. 1 se realizează o economie de peste 40 000 lei (ținînd cont și de diferențele de cantități obținute). Poate că este unul dintre exemplele cele mai fericite, dar eficiența acestui sistem este sigur superioară celei a sistemului empiric folosit în prezent.

Dacă se ține seamă că și în prezent se fac calcule manuale, că există o experiență, dacă se consideră o economie de numai 500 lei/șarjă, reducerea costurilor anuale se ridică totuși la minimum :

500 lei/șarjă × 10 șarje/zi × 300 zile/an = = 1 500 000 lei/an

Efectele economice reale ale folosirii acestui sistem vor putea fi calculate doar după un timp îndeajuns de lung de folosire.

Contribuții la construirea unui magnetometru pentru studiul texturii tablelor silicioase

Dr. fiz. Gh. Călugăru și ing. R. Rabinovici
Centrul de cercetări tehnice și fizice — Iași

CZ 669.141.247-41

O caracteristică importantă a tablelor silicioase policristaline este textura lor, care reprezintă o distribuție a orientărilor axelor cristaline ale granulelor individuale față de o direcție de referință [1]. Orientările cele mai des observate la tablele silicioase laminate au direcțiile *a*, *b* sau *c* (fig. 1). Cuplurile corespunzătoare celor

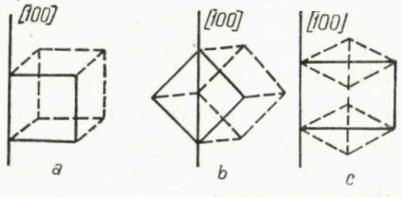


Fig. 1. Direcțiile de orientare principală ale cristalelor la tablele laminate.

trei poziții *a*, *b*, *c* pot fi exprimate prin relațiile [1]:

$$L_a = -(1/2) \cdot K_1 \sin 4\alpha;$$

$$L_b = -(1/2) \cdot K_1 \sin 4\alpha;$$

$$L_c = -(K_1/8) \cdot (2 \sin 2\alpha + 3 \sin 4\alpha),$$

unde α este unghiul cîmpului cu direcția de magnetizare ușoară.

Variația valorilor cuplului în funcție de unghiul α este reprezentată în figura 2.

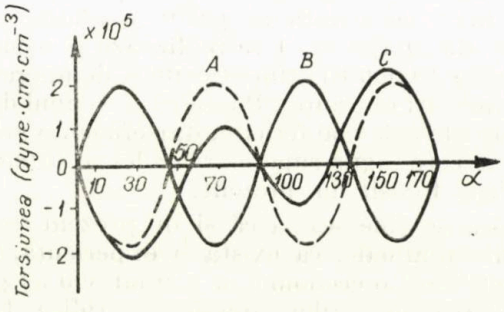


Fig. 2. Variația cuplului în funcție de unghiul α.

Pentru determinarea gradului de texturare a unei probe policristaline se va trasa curba de torsiune a acesteia comparativ cu curba de torsiune a unui monocristal din același material pentru aceeași orientare [1] (fig. 3).

Curbele de torsiune se pot trasa cu magnetometru. Principiul acestui aparat este simplu și constă din suspendarea probei printr-un

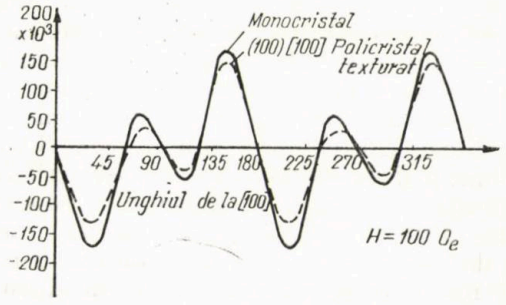


Fig. 3. Curba de torsiune a unui monocristal (110) [100] și a unui policristal texturat (110) [100].

fir elastic subțire între piesele polare ale unui electromagnet rotativ. Cînd un cîmp magnetic este aplicat probei, magnetizarea internă se rotește spre direcția cîmpului și proba disc tinde a se roti, torsiunea fiind măsurată prin unghiul de torsiune al firului.

Unul din cele mai perfecționate tipuri de magnetometre de torsiune [2] este arătat în figura 4. Magnetometrul constă dintr-un cuplaj

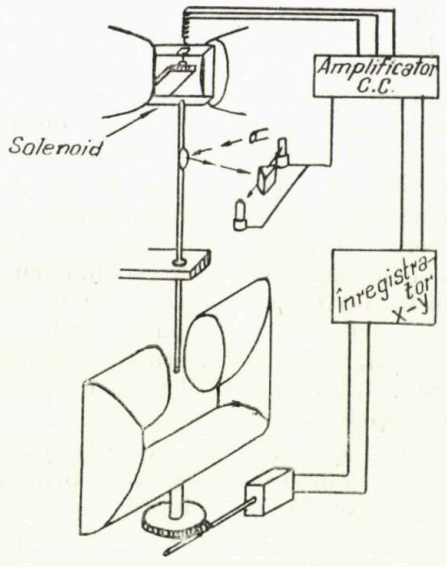


Fig. 4. Sistemul de înregistrare a curbelor de torsiune în funcție de cîmp.

mecanic între un solenoid aflat între polii unui magnet permanent sau electromagnet şi parcurs de curentul de reacţie de echilibrare, pe de o parte, şi proba aflată în cîmpul magnetic al electromagnetului care se poate roti în jurul probei şi care creează cuplul de echilibrat, pe de altă parte. O torsiune produsă în probă cauzează un dezechilibru în cantitatea de lumină ce cade pe fotocelule. Această dezechilibrare este convertită şi amplificată într-un curent care, trecînd prin solenoidul aflat în cîmpul magnetic creat de magnetul permanent, se opune cuplului creat de probă, astfel că sistemul se stabilizează într-o poziţie de echilibru.

În literatura de specialitate [2] sînt descrise balanţe de torsiune (magnetometre) cu traductor fotoelectric dar cu limitări în ceea ce priveşte cuplul maxim de măsurat, aproximativ 10^4 dyne·cm. Limitările ce apar în funcţionarea acestui tip de balanţă de torsiune se datorează, în principal, curentului maxim posibil de obţinut la ieşirea amplificatorului de curent continuu (circa 130 mA) [2]. Aceasta face ca să nu poată fi trasate curbe de torsiune ale probelor masive ale probelor subţiri cu anizotropie mare.

Deoarece tablele silicioase pot avea grosimea pînă la 0,8 mm la un disc cu $S = 2$ cm^2, rezultă un cuplu maxim de aproximativ $7 \cdot 10^4$ dyne·cm. Asemenea probe nu pot fi măsurate cu instalaţiile citate în literatura [2]. Pentru aceasta s-a construit o balanţă de torsiune (magnetometru) cu traductor fotoelectric la care s-a mărit cuplul maxim ce poate fi măsurat prin mărirea numărului de spire de pe solenoidul dintre polii magnetului permanent de la 50 la 150 spire şi prin construirea unui amplificator care să dea un curent maxim la ieşire de 400 mA. S-a adoptat o structură mixtă a amplificatorului cu tuburi şi tranzistori, acestea din urmă pentru etajul prefinal şi final, din cauza uşurinţei de adaptare şi a curentului mare de sarcină pe care îl permit (fig. 5). Etajul de intrare s-a construit cu tuburi 6Ж7, cu o mare amplificare în tensiune, ceea ce simplifică mult schema.

Oarecare greutăţi s-au întîmpinat la adaptarea etajelor cu tuburi la cele cu tranzistoare. Deoarece alimentarea nu se poate face de la o sursă comună de tensiune şi adaptarea să se facă prin alimentare potenţiometrică, s-a preferat structura în punte. Astfel tubul L_3 se află pe unul din braţele punţii în a cărei diagonală se află poarta de intrare a tranzistorului T_1. Impedanţa mică de intrare a tranzistorului T_1 reduce din amplificarea primului etaj dar acest lucru este compensat de amplificarea proprie a tranzistorului T_1. În montaj s-au introdus o serie de potenţiometre de alegere a punctului de funcţionare a tuburilor, pentru o echilibrare iniţială fină a punţii, precum şi pentru alegerea tensiunii de funcţionare a celor două fotocelule L_1 şi L_2.

Măsurarea unor game diferite de cupluri se poate face modificînd amplificarea globală a sistemului. Pentru aceasta se poate interveni în diferite puncte ale lui: variind numărul de spire ale solenoidului ce dă cuplul de reacţie, pentru acelaşi curent ce îl parcurge, sau intensitatea curentului ce îl parcurge, prin schimbarea amplificării etajelor amplificatoare. De asemenea lărgirea gamei de măsură se poate obţine şi prin varierea sensibilităţii fotocelulelor, schimbîndu-le tensiunea de alimentare, sau prin variaţii ale intensităţii cîmpului magnetic în care se află solenoidul ce dă cuplul de reacţie.

Concluzii

Prin modificările aduse unui magnetometru de tip Penoyer [2] s-a putut mări cuplul maxim ce poate fi măsurat de aproximativ nouă ori. Magnetometrul construit poate fi folosit la determinarea texturilor tablelor silicioase de grosimi pînă la 0,8 mm.

BIBLIOGRAFIE

[1] Berkowitz A. şi Kneller E. *Magnetism and Metallurgy*. Academic Press, New York şi Londra, vol. 1,2, 1959, p. 724.

[2] Penoyer R. F. Rev. Sci. Instr. 30, 1959, p. 711.

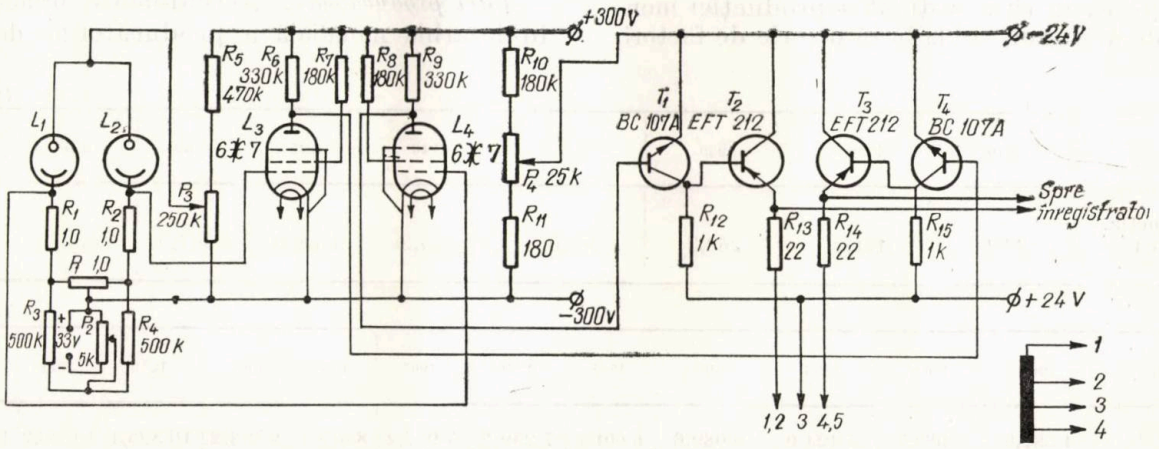


Fig. 5. Amplificatorul cu celule fotoelectrice.

LUCRĂRI DE SINTEZĂ

Prognoză privind industria de aluminiu pe plan mondial pînă în anul 1990–2000

Ing. P. C. Morugă

Institutul de proiectare şi cercetare pentru metale neferoase şi rare — Bucureşti

CZ 669.71 :65.016

Aluminiul este metalul a cărui producţie a cunoscut un ritm de creştere foarte înalt pe plan mondial. Cantitatea de aluminiu primar produsă a avut o evoluţie rapidă în secolul nostru : astfel în anul 1920 s-au produs 120 000 t, în anul 1940 cantitatea produsă a fost de 807 300 t, în 1960 a atins cifra de 4 635 400 t, pentru ca în 1970 să se ajungă la un total de 10 221 000 t aluminiu. Această creştere spectaculoasă este rar întîlnită la alte materiale, mai ales că aluminiul a fost produs pe cale industrială, pentru prima oară, abia în anul 1855.

Nivelele de producţie din ce în ce mai mari, înregistrate pe plan mondial, se explică prin aceea că aluminiul este folosit în nenumărate ramuri ale industriei actuale, datorită unor proprietăţi mult superioare altor materiale : este uşor, durabil, rezistent la coroziune, foarte maleabil, bun conducător de căldură şi electricitate, se poate alia uşor, are punct de topire relativ scăzut etc.

Domeniile de aplicaţie a aluminiului şi a aliajelor sale sînt nenumărate : construcţia a diverse tipuri de utilaje chimice, conductori pentru industria electrotehnică, avioane, autovehicule, numeroase elemente pentru construcţii — arhitectură, conteinere, articole de menaj şi uz casnic, vagoane de cale ferată, nave maritime, utilaje de ridicat şi trasportat, în tehnica militară etc.

Evoluţia producţiei de aluminiu primar pînă în anul 1990–2000

Creşterea în ritm susţinut a producţiei mondiale de aluminiu are la bază o serie de factori, dintre care mai importanţi sînt următorii :

— aluminiul este un metal competitiv calitativ şi valoric cu alte materiale, fiind în cele mai multe cazuri preferat datorită evidentelor avantaje tehnice şi economice pe care le prezintă ;

— creşterea consumului de aluminiu în toate domeniile industriale şi extinderea aplicaţiilor acestui metal ;

— o intensă activitate de cercetare vizînd aluminiul, orientată spre lărgirea sortimentelor din aluminiu şi aliaje de aluminiu, definitivarea unor noi tratamente de îmbunătăţire a proprietăţilor etc. ;

— existenţa unor însemnate rezerve de materii prime cu conţinut de aluminiu, care pot fi valorificate economic.

Evoluţia ascendentă a producţiei de aluminiu pe plan mondial între anii 1910 şi 1960 este prezentată în tabela 1. De asemenea, în tabela 2 se redă creşterea anuală a producţiei de aluminiu primar, înregistrată pe plan mondial în perioada 1961 — 1972.

Dezvoltarea producţiei mondiale de aluminiu primar în perioada 1910–1970 este prezentată şi în figura 1.

După aprecierea noastră, bazată pe metode corespunzătoare de prognoză, cantităţile de aluminiu primar produse pe plan mondial pînă în anul 2000 vor fi cele prezentate în tabela 3.

Ţări producătoare. Actualmente primul loc în ierarhia mondială a producătorilor de alu-

Tabela 1

Anul	1910	1920	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960
Producţia, mii t	44,4	121,0	269,3	365,0	807,3	1 306,0	2 507,0	3 576,7	4 635,4

Tabela 2

Anul	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Producţia, mii t	4 581,9	4 983,7	5 424,9	6 089,6	6 601,7	7 259,3	7 937,2	8 515,4	9 593,2	10 325,1	10 870,2	11 530,1

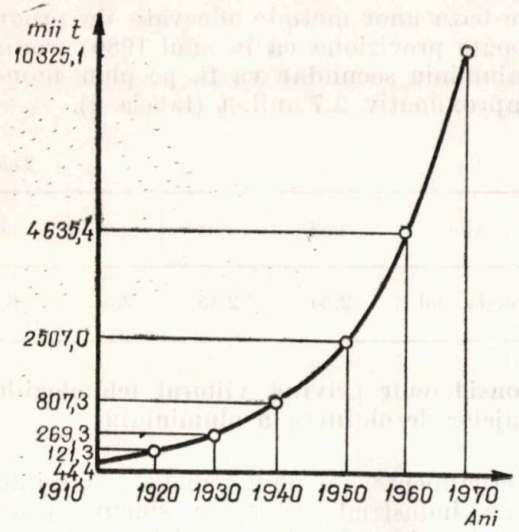


Fig. 1. Evoluţia producţiei mondiale de aluminiu.

Tabela 3

Anul	1980	1990	2000
Producţia, mil. t	16,72	28,2	60,4

miniu primar este deţinut de S.U.A. care deşi au avut în ultimii ani o creştere mai puţin susţinută a industriei aluminiului vor continua încă multă vreme să ocupe acest loc datorită avansului considerabil pe care îl deţine (3,73 mil. t aluminiu produs în 1972).

Locul doi în lume este ocupat de U.R.S.S. (aproximativ 1,8 mil.t aluminiu în 1972) după care urmează Japonia (1,01 mil. t), Canada (0,9 mil. t), Norvegia (0,54 mil. t), R.F. Germania, Franţa etc.

Creşterea cea mai importantă de capacitate a fost realizată de Japonia care în 1971 se afla pe locul patru în ierarhia mondială a producătorilor de aluminiu după Canada.

Se prevede că şi în următorii ani această ţară va menţine un ritm înalt al creşterii producţiei de aluminiu, determinat de mărirea consumului intern pentru acest metal. Ritmuri înalte ale producţiei vor avea şi alte ţări ca: R.F. Germania, Anglia, India, Australia, Ghana, Spania etc.

La nivelul anului 1972 ţările capitaliste dezvoltate au produs aproximativ 68,6% din întreaga cantitate de aluminiu primar, ţările socialiste 20,8%, restul de 10,6% revenind ţărilor în curs de dezvoltare.

După cum se arată însă în planurile economice de perspectivă elaborate de ţările socialiste, producţia de aluminiu a acestor ţări va creşte în ritm susţinut, în timp ce din statisticile efectuate în Occident reiese că ponderea ţărilor capitaliste în producţia mondială este în descreştere. O creştere continuă prezintă şi producţia de aluminiu în ţările în curs de dezvoltare, a căror pondere pe plan mondial va fi şi ea tot mai mare.

Pe continente primul loc este deţinut de America (4,86 mil. t în 1972) după care urmează Europa (4,56 mil. t — inclusiv U.R.S.S.), Asia (1,32 mil. t), Australia şi Africa (cu o producţie mică de aluminiu). Datorită faptului că S.U.A. deţine locul prim în producţia mondială de aluminiu, iar Canada locul trei, continentul America va mai deţine acest loc şi în următorii 5—7 ani.

Cu toate că au o producţie de aluminiu relativ ridicată, unele ţări au un consum de aluminiu mai mare decît propria producţie şi de aceea sînt nevoite să importe acest metal. Astfel de ţări sînt îndeosebi cele care au un înalt grad de industrializare: S.U.A., R.F. Germania, Anglia, Suedia, Japonia. În această situaţie se găsesc şi ţările care nu produc deloc aluminiu dar îl consumă pentru nevoile propriei industrii sau pentru export sub formă de semifabricate: Danemarca, Belgia, Finlanda, Turcia, Argentina etc.

În anul 1972 cei mai mari exportatori mondiali de aluminiu brut au fost (în ordine): Canada (698 700 t), Norvegia (536 900 t), U.R.S.S., Franţa, Ghana, S.U.A., Australia etc.

Deoarece cifra exportului de aluminiu este mare pentru Canada şi Norvegia, iar consumul de aluminiu al acestor ţări este şi va rămîne relativ mic în raport cu producţia, este de aşteptat ca în următorii 10 — 12 ani aceste ţări să ocupe tot primele locuri în exportul mondial de aluminiu. Datorită creşterii mai accentuate a consumului, previzibil pentru Canada, este posibil ca în aceeaşi perioadă Norvegia să devină primul exportator mondial de aluminiu.

Domenii de întrebuinţare. Aluminiul este folosit în cele mai diverse ramuri ale industriei moderne. După modul de livrare a aluminiului pentru scopuri industriale, se pot distinge două forme:

— aluminiu neprelucrat (brut);
— semifabricate şi piese turnate.

Aluminiul brut se livrează sub formă de lingouri nealiate, lingouri aliate, plăci şi bare turnate etc. Semifabricatele şi piesele turnate se livrează sub o varietate de forme şi dimensiuni.

Actualmente există pe plan mondial, în ţările puternic industrializate, următoarea repartiţie a produselor de aluminiu pe domenii (aproximativ, la nivelul anului 1972):

— mijloace de transport 22,5%;

— construcţii-arhitectură 19,1%;
— electrotehnică 12,2%;
— ambalaje 10,5%;
— construcţii de maşini 9,2%;
— bunuri de larg consum 5,8%;
— export de semifabricate 12,3%.

Restul este folosit în alte domenii (chimie, siderurgie, agricultură, diverse), domeniile anterioare fiind cele preponderente.

În ultimii ani pe plan mondial se înregistrează o creştere puternică a consumului de aluminiu în arhitectură — construcţii (Japonia, S.U.A., Franţa) în realizarea de ambalaje (mai ales S.U.A. pentru construcţia de conteinere), bunuri de larg consum (S.U.A., R.F. Germania şi Italia) şi transporturi. Aceste date definesc domeniile de folosire a aluminiului ce se vor reliefa în ţările slab industrializate şi în cele în curs de industrializare, în următorii 15 — 20 ani.

Ţinînd seamă de aceste domenii de folosire a aluminiului livrarea acestuia ca semifabricate şi piese turnate (din aluminiu şi aliaje de aluminiu) se va intensifica în viitor mai ales sub formele necesare domeniilor prezentate anterior:

— elemente pentru construcţii;
— laminate plate: table, benzi, folii;
— bare, vergele, sîrme, conductori electrici;
— profile de cele mai variate forme;
— ţevi, tuburi;
— piese turnate şi piese forjate;
— pulbere, pastă, alice etc.

În următorii 15 — 20 ani, în contextul dezvoltării producţiei de aluminiu în ritm susţinut se prevede o diversificare a livrării aluminiului sub aceste forme, pe plan mondial.

Aluminiul secundar. Acesta se obţine prin retopirea deşeurilor noi rezultate din prelucrarea aluminiului primar şi a deşeurilor vechi din diferite obiecte din aluminiu.

Cantitatea de aluminiu secundar obţinută pe plan mondial este mult mai mică decît cea de aluminiu primar, atingînd în 1971 aproximativ o cincime din aceasta. Astfel, de la 479 000 t aluminiu secundar în anul 1952, ea a crescut la 706 000 t în 1960, pentru ca în anul 1970 să ajungă la 2 138 000 t, deci cu un ritm de creştere relativ înalt şi constant.

Cum cantitatea de aluminiu produsă va creşte foarte mult în viitor, corelat cu creşterea consumului acestuia pe plan mondial se va înregistra şi mărirea cantităţii de deşeuri din aluminiu. Corespunzător cu aceasta se poate prevedea o creştere constantă a producţiei de aluminiu secundar, chiar dacă ritmul de creştere nu va fi la fel de înalt ca în cazul aluminiului primar.

Pe baza unor metode adecvate de prognoză se poate previziona că în anul 1980 producţia de aluminiu secundar va fi, pe plan mondial, de aproximativ 2,7 mil. t (tabela 4).

Tabela 4

Anul	1974	1976	1978	1980
Producţia, mil. t	2,34	2,45	2,56	2,68

Considerente privind viitorul tehnologiilor şi utilajelor de obţinere a aluminiului

Actualmente, pe plan mondial, aluminiul se obţine industrial printr-un singur procedeu (spre deosebire de alte metale) şi anume prin electroliza aluminei într-un agregat special, cuva de electroliză.

Procesul de electroliză foloseşte anozi din cărbune, care se consumă în timpul procesului; după felul anozilor folosiţi se deosebesc următoarele patru tipuri ale procesului:

— tipul 1 — cu anozi precopţi cu acţiune periodică (clasici), cu alimentare verticală cu curent electric;
— tipul 2 — cu anozi precopţi cu acţiune continuă cu alimentare laterală cu curent electric;
— tipul 3 — cu anozi cu autocoacere (Söderberg), cu alimentare verticală cu curent electric;
— tipul 4 — cu anozi cu autocoacere (Söderberg) cu alimentare laterală cu curent electric.

Aceste tipuri de anozi se folosesc pe plan mondial în următoarea proporţie (la nivelul anului 1971):

— tipul 1,41%;
— tipul 2,3%;
— tipul 3,24%;
— tipul 4,32%.

După cum se constată proporţia cea mai mare revine primului tip (anozi precopţi clasici), urmată de anozii cu autocoacere cu alimentare laterală şi apoi tipul trei (Söderberg) cu alimentare verticală; anozii precopţi cu alimentare laterală a curentului electric au o răspîndire neînsemnată faţă de celelalte trei tipuri.

Fiecare din cele patru categorii de anozi arătate are avantajele şi dezavantajele sale, cu o anumită rentabilitate în exploatare, ceea ce a determinat variaţii în folosirea lor.

Din 1970 marile monopoluri capitaliste producătoare de aluminiu au trecut la folosirea anozilor precopţi clasici (tipul 1) în noile obiective construite sau la cele în curs de construcţie.

Cuvele cu anozi Söderberg (tipul 3 şi, respectiv, 4) sînt folosite foarte mult mai ales în

U.R.S.S., unde producția de aluminiu se realizează aproape exclusiv prin aceste două procedee.

Prima cuvă de electroliză care a permis obținerea aluminiului pe scară industrială a fost construită în 1889 (cuva Froges). Această cuvă avea un singur anod și un consum mare de energie (aproximativ 50 000 kWh/t de aluminiu). În 1892 se folosește prima cuvă polianodică cu patru anozi precopți, iar în 1893 se construiește cuva „La Praz" care are șase anozi și un consum de energie de 26 000 kWh/t. În anul 1937 se construiesc cuve de 50 000 A, cu 20 de anozi, cu un consum de 25 000 kWh/t, la care se remarcă o creștere a intensității și un randament mai bun al curentului electric. În 1938 apar cuvele cu anod Söderberg de 8 000 A, iar în 1943 prima cuvă Söderberg cu pene verticale, de 30 000 A. Anul 1951 marchează apariția cuvei cu anozi precopți de 100 000 A, care are 26 de anozi și un consum de energie de numai 18 000 kWh/t. Acest tip de cuvă se folosește pe scară largă și în prezent, consumul de energie scăzînd însă la 13 500 kWh/t A. 1 și prezentînd, de asemenea, o serie de îmbunătățiri.

De asemenea, în 1952 se folosesc primele cuve cu anozi Söderberg de 100 000 A, cu un consum de numai 16 000 kWh/t, cuve folosite și actualmente, avînd însă parametrii de lucru îmbunătățiți. Din analiza acestor date se observă că de la construcția primei cuve de electroliză pentru producția industrială (anul 1889) și pînă astăzi nu au avut loc schimbări esențiale în tehnologia obținerii aluminiului.

În revistele tehnologice de specialitate din apus apar multe articole de cercetare care sînt orientate spre mărirea productivității cuvei, îmbunătățirea parametrilor etc., ceea ce demonstrează interesul manifestat de marile firme producătoare pentru perfecționarea tehnologiei existente. Firmele capitaliste mari producătoare de aluminiu sînt de altfel interesate în perfecționarea tehnologiei existente și nu în schimbarea acesteia deoarece au investiții serioase în capacitățile de producție respective.

În țările socialiste se acordă importanță mai mare problemelor orientate spre tehnologii noi.

Pe plan mondial au fost elaborate cîteva tehnologii noi de obținere a aluminiului (reducere carbotermică a aluminei în cuptor cu arc, din monoclorură de aluminiu etc.) care însă nu au depășit faza pilot sau semiindustrială dovedindu-se nerentabile.

Folosind datele prezentate anterior s-au stabilit următoarele anticipații privind tehnologia de obținere a aluminiului în următorii 15 — 20 ani:

— tehnologia de bază pentru obținerea aluminiului va rămîne electroliza;

— în cadrul procedeului prin electroliză vor apărea îmbunătățiri importante în ceea ce privește diverșii parametri de lucru;

— în cadrul tehnologiei amintite, utilajul de bază va rămîne cuva de electroliză căreia i se vor aduce îmbunătățiri substanțiale în ceea ce privește regimul de funcționare, materiale de confecție etc.;

— vor apărea procedee noi de obținere a aluminiului, care vor căpăta aplicabilitate la scară semiindustrială, altele la scară industrială, producția aluminiului prin aceste procedee rămînînd totuși mică în comparație cu procedeul clasic de electroliză;

— o pondere mult mai mare vor lua anozii precopți clasici în competiție cu anozii cu autocoacere Söderberg.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * Erzmetall, nr. 11, 1970.
[2] * * * World Metal Statistics, 1970, 1971, 1972.
[3] * * * Aluminiu, nr. 46, 1970; nr. 7, 1971.
[4] * * * Anuarul statistic O.N.U., 1969, 1970.
[5] * * * Metall, ian. 1972.
[6] * * * Journal of the Institute of Metalls, nr. 98, 1970.
[7] * * * Metalurgia aluminiului. Ed. tehnică, 1970.
[8] * * * Metal Statistics 1970, American Metal Market 60 New-York.
[9] * * * Revue d'aluminium, nr. 309, 1963; nr. 355, 1967; nr. 5, 1969; nr. 6, 1969; nr. 9, 1970.
[10] * * * Revue suisse d'aluminium, nr. 2, 1971.
[11] * * * Revue d'aluminium SAR, nr. 9, 1971.

Mijloace moderne de protecție individuală împotriva poluării sonore în turnătorii

Dr. ing. A. Darabont, ing. Doina Ghika și Anca Cekhan — Racoviță
Ministerul Muncii

CZ 621.74.013.5 :628.517.2

În cadrul turnătoriilor uzinelor constructoare de mașini există numeroase surse de zgomot cum sînt cubilourile, cuptoarele electrice cu arc voltaic, dezbătătoarele pentru piesele turnate, bătătoarele pneumatice, mesele vibrante pentru tasarea pămîntului în forme, diferitele utilaje pentru prepararea pămîntului de turnătorie, ciocanele pneumatice etc. Majoritatea acestor utilaje generează un zgomot al cărui nivel depășește limitele admise de Normele republicane de protecția muncii, respectiv curba Cz 85.

Pentru combaterea zgomotului la mașinile și instalațiile enumerate există mai multe căi și anume: combaterea zgomotului la sursă, împiedicarea propagării undelor sonore prin utilizarea ecranelor sau carcaselor fonoizolante, insonorizarea încăperilor în care sînt amplasate sursele de zgomot și prin protecția individuală a personalului care se găsește în zonele cu nivel nociv al zgomotului.

Dacă primele trei categorii de măsuri din diferite motive nu se pot aplica sau prin aplicarea lor nu se reduce nivelul de zgomot la valorile admisibile, trebuie luate măsuri de protecție individuală a personalului respectiv prin utilizarea antifoanelor de diferite tipuri.

Tipuri de antifoane, caracteristici și comparație

Antifoanele folosite în prezent sînt:

— de tip intern, sub formă de dopuri sau tampoane care se introduc în canalul auditiv; de tip extern, sub formă de căști sau caschete, care acoperă întregul pavilion al urechii sau întreaga zonă a acesteia.

Realizarea antifoanelor pune probleme complexe deoarece pentru a da satisfacție acestea trebuie să prezinte următoarele calități:

Să asigure o izolare a zgomotului cît mai bună, deci o atenuare fonică de valoare cît mai mare. Această calitate este esențială în proiectarea și alegerea antifonului.

Să asigure un grad de confort cît mai ridicat. Deși pare o cerință secundară, trebuie precizat că un antifon poate deveni de netolerat după un timp, deci trebuie îndepărtat, deși realizează o atenuare mare.

Să nu aibă efecte nocive asupra pielii. Această cerință este importantă deoarece producerea unei inflamații poate duce la imposibilitatea folosirii antifonului în continuare, individul rămînînd expus la zgomot.

Menținerea receptivității la conversație. Pentru a fi îndeplinită această condiție este necesar ca antifonul să atenueze frecvențele înalte foarte nocive, fără să afecteze într-o măsură apreciabilă zgomotul la frecvențe din spectrul vocii omenești.

Manipulare ușoară. Eficiența antifoanelor depinde de corectitudinea modului de utilizare. Aceasta se realizează mai ușor cînd nu necesită măsuri speciale de folosire și întreținere.

Durabilitatea, care este un factor important din punct de vedere economic.

În comparație cu antifoanele de tip intern, cele de tip extern prezintă o serie de avantaje și anume:

— Asigură atenuări ale nivelului de zgomot în medie de 45 dB, față de 30 dB cît asigură cele de tip intern.

— Atenuează cu precădere zgomotele de frecvențe înalte, care sînt mult mai nocive deoarece ele produc efecte ireversibile asupra auzului.

— Sînt mai avantajoase din punct de vedere igienic deoarece nu pretind precauții deosebite pentru întreținerea lor.

Principalele dezavantaje ale antifoanelor de tip extern sînt:

— Dificultatea de a fi purtate un timp îndelungat din cauza forței de apăsare pe care trebuie să o exercite asupra urechii (aproximativ 1000 gf) în vederea unei etanșări corespunzătoare. Din această cauză folosirea antifonului de tip extern trebuie limitată în timp la maximum 2 h, fiind obligatorii pauze de cîte o oră.

— Greutatea lor destul de ridicată, care variază între 350 și 450 g, ceea ce le face destul de dificil de purtat.

— Tehnologia de fabricație mai complicată decît a celor de tip intern, prețul de cost fiind de cîteva zeci de ori mai ridicat.

— Deoarece nu permit respirația și evacuarea transpirației pielii din zonele acoperite, nu

se recomandă a fi purtate într-un mediu ambiant cu temperatură ridicată.

Antifoanele de tip intern variază ca structură și formă de la simple dopuri de vată pînă la structuri mai complicate din diverse tipuri de cauciuc sau materiale plastice. Deși valorile atenuărilor obținute cu antifoanele de tip intern sînt mai scăzute în comparație cu ale celor de tip extern, ele oferă o bună protecție a auzului la nivele de zgomot moderate.

Antifoanele de tip intern prezintă două mari avantaje: ele sînt comod de purtat, fiind ușor acceptate de muncitori, și ieftine, necesitînd un proces tehnologic mult mai simplu. Antifoanele de tip intern mai prezintă avantajul că permit utilizarea concomitentă a altor echipamente și dispozitive de lucru sau de protecție montate pe cap, ca: mască, ochelari de protecție etc.

Problema cea mai importantă în utilizarea antifoanelor de tip intern o constituie luarea unor măsuri speciale și eficiente de igienă. De asemenea acestea pot produce leziuni ale urechii dacă dimensiunile lor nu sînt alese corect în raport cu cele ale canalului auditiv, sau iritații, dacă materialul din care sînt confecționate nu este suportat de piele.

În concluzie, avînd în vedere avantajele și dezavantajele fiecărui tip de antifon se va alege, în funcție de necesitățile existente, unul din cele două tipuri.

Dacă este necesară o atenuare mare a zgomotului în special la frecvențe înalte și pentru o perioadă limitată de timp, se va prefera antifonul de tip extern.

Pentru atenuări mai mici, dar pe o durată mai îndelungată, avîndu-se asigurate condițiile de igienă necesare, se preconizează folosirea antifoanelor de tip intern.

Antifoane de tip extern. Antifoanele de tip extern asigură atenuări între 10 și 45 dB, funcție de frecvență.

Ca mod de realizare, ca soluție tehnică, antifoanele de tip extern sînt prezentate într-o foarte mare varietate de modele. Astfel, în figura 1 este prezentat modelul care se fabrică în țară la Cooperativa „Electrometalica" — Ploiești, iar în figura 2, modelul 1200 — AO HEAR-GUARD American Optical (S.U.A.).

În funcție de specificul locului de muncă, antifoanele de tip extern se pot purta în diferite moduri. Astfel în figura 3 sînt prezentate patru moduri diferite de fixare pe cap a modelului EMU 44 — Protector (Anglia) în cazul căștilor de protecție simple, iar în figura 4, pentru cazul căștilor prevăzute cu viziere de protecție. Unele firme din străinătate ca, de exemplu, American Optical Corporation (S.U.A),

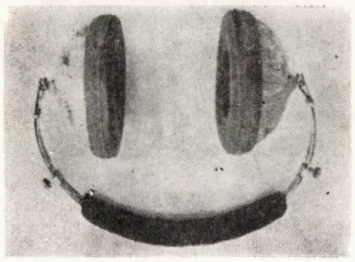


Fig. 1. Antifon de tip extern, fabricat în țară.

Fig. 2. Antifon de tip extern model 1200 — AO HEAR-GUARD American Optical (S.U.A.).

Fig. 3. Diferite moduri de fixare pe cap a modelului EMU 44 — Protector (Anglia).

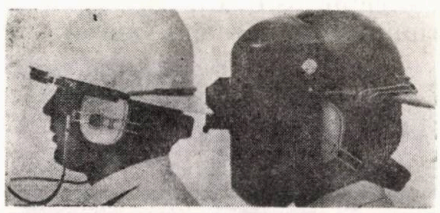


Fig. 4. Purtarea antifoanelor împreună cu căștile de protecție prevăzute cu viziere.

produc căşti de protecţie prevăzute cu antifoane, cum este modelul 1750, prezentat în fgura 5.

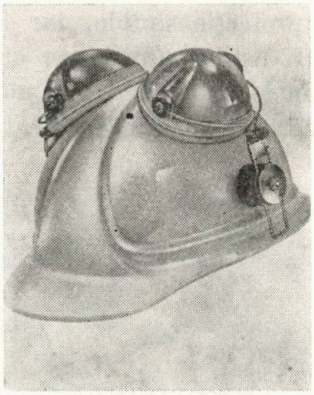


Fig. 5. Cască de protecţie prevăzută cu antifon.

Antifoane de tip intern. Antifoanele de tip intern asigură atenuări variind între 5 şi 35 dB, funcţie de frecvenţă. Şi acestea se execută într-o foarte mare varietate de modele.

În figura 6 este reprezentat antifonul model Sonic Ear Valv (S.U.A.), respectiv modul

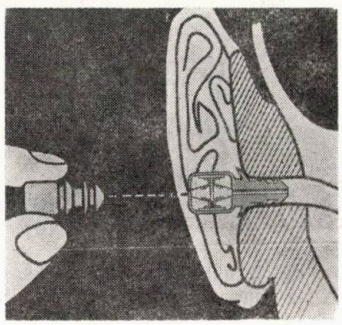


Fig. 6. Modul de introducere în ureche a antifonului Sonic Ear Valv (S.U.A.).

său de introducere în ureche. Principiul său de funcţionare este acela al unui filtru de zgomot şi nu al unui dop, asigurînd protejarea urechii împotriva zgomotelor periculoase, fără a împiedica conversaţia normală. Este prevăzut cu un orificiu interior, astfel încît canalul auditiv comunică cu exteriorul pentru a permite circulaţia normală a aerului şi pentru egalizarea presiunii în ureche. Corpul metalic al antifonului, care este filtrul acustic propriu-zis, este închis într-un manşon de cauciuc silicon, care este absolut netoxic şi nealergic. După utilizare, obligatoriu se spală cu apă caldă şi săpun sau alcool. În figura 7 este reprezentat antifonul model Protector (S.U.A.), care se livrează în trei mărimi (mică, medie şi mare).

Fig. 7. Antifon model Protector (S.U.A.).

Un set complet cuprinde antifonul, un tub de vaselină antiseptică şi cutia metalică.

Antifonul model Accu-Fit (S.U.A.) (fig. 8) este realizat din cauciuc silicon şi este prevăzut cu aripioare circulare astfel încît se potriveşte tuturor dimensiunilor de ureche. Spectrograma atenuării realizate de acest tip de antifon este prezentată în figura 9. Se constată că atenuarea maximă de 35 dB se măsoară la frecvenţa de 2 000 Hz.

Fig. 8. Antifon model Accu-Fit (S.U.A.).

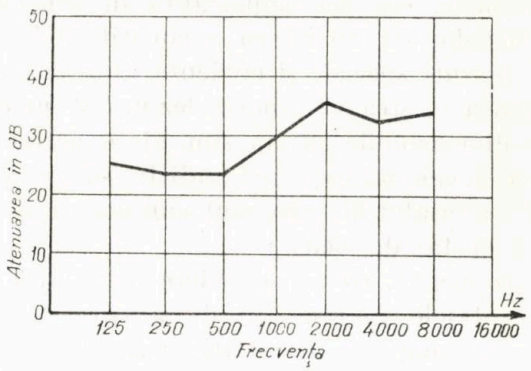


Fig. 9. Spectrograma atenuării realizate de antifonul model Accu-Fit (S.U.A.).

În figura 10 este reprezentat antifonul model Auri Seal (S.U.A.) şi modul de introducere în ureche. Este confecţionat din cauciuc silicon elastic, astfel încît se modelează după diverse dimensiuni de ureche. Acest material nu este toxic, nu provoacă alergii şi rezistă la acţiunea cerii urechii şi a transpiraţiei. La exterior acest antifon este prevăzut cu o calotă ce formează un dop la nivelul pavilionului urechii.

Un alt mijloc adecvat atît în ceea ce priveşte atenuarea, capacitatea de înţelegere a vorbirii,

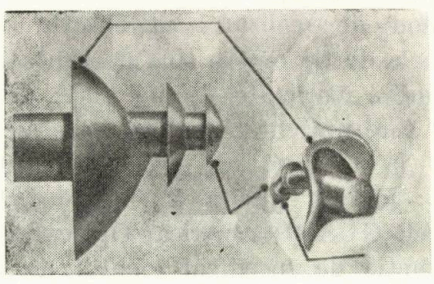


Fig. 10. Antifon model Auri Seal (S.U.A.).

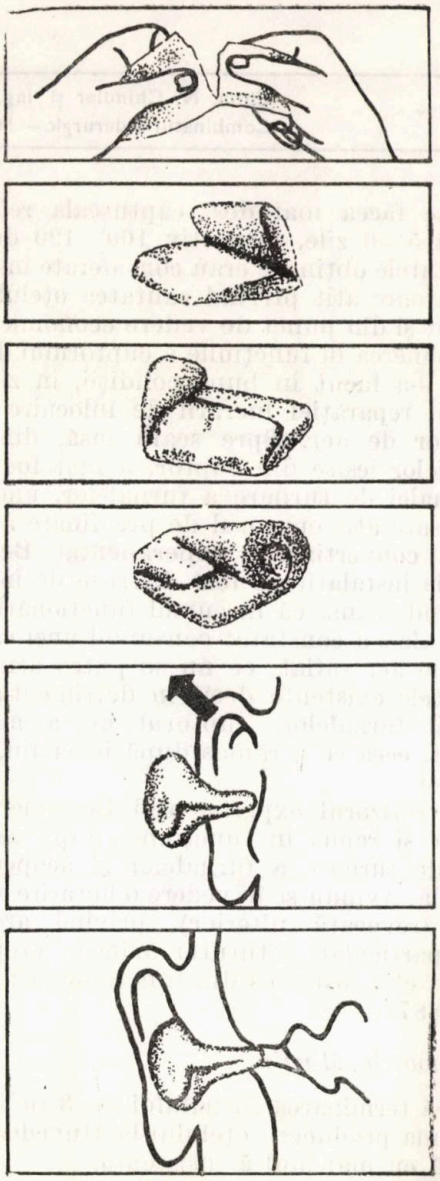


Fig. 11. Fazele succesive de preparare a dopului de vată

cît și, îndeosebi, adaptabilitatea s-a dovedit a fi microvata de sticlă suedeză Bilsom Propp. Această vată asigură o atenuare de circa 25 dB la frecvențe pînă la 4 000 Hz, iar la frecvențe mai înalte asigură o atenuare mai bună.

În figura 11 sînt prezentate fazele succesive de preparare a dopului de vată pentru a fi introdus în ureche. Se procedează astfel: se rup 3—4 cm din masa de vată; se împăturește vata în așa fel încît să se formeze o muchie dreaptă și netedă; se înfășoară vata sub forma unui cornet, pe muchie formîndu-se un vîrf tare; se trage pavilionul urechii în sus și spre spate și se introduce vata în canalul auditiv; se apasă tamponul de vată astfel încît să umple parțial pavilionul urechii.

Concluzii

Din materialul prezentat se pot trage următoarele concluzii:

— În turnătorii există numeroase surse de zgomot al căror nivel depășește limitele admise de Normele republicane de protecția muncii.

— Acest nivel ridicat de zgomot are o acțiune nocivă asupra sănătății muncitorilor, favorizînd efectuarea unor manevre greșite, ceea ce poate duce la accidente grave.

— Atunci cînd soluțiile tehnice posibile de combatere a zgomotului se dovedesc puțin eficiente sau inaplicabile este necesar să se asigure protecția individuală a muncitorilor cu ajutorul antifoanelor de tip extern sau intern.

BIBLIOGRAFIE

[1] Grumăzescu M., Stan A. și colab. *Combaterea zgomotului și vibrațiilor*. București, Editura tehnică, 1964.

[2] Teodorescu P. și Darabont A. *Progrese în combaterea zgomotului și vibrațiilor*. Sinteză documentară. București, I.C.D.T., 1970.

[3] Darabont A. *Metode moderne de combatere a zgomotului și vibrațiilor*. Sinteză documentară. București, I.C.D.T., 1971.

Începuturile producției de oțel la Hunedoara

Chim. N. Chindler și ing. S. Popa
Combinatul siderurgic — Hunedoara

CZ 669.18

Problema valorificării superioare a fontei produse la Hunedoara prin transformarea ei în oțel, utilizînd procedee moderne, a fost în atenția conducerii uzinelor încă din perioada punerii în funcțiune a primelor două furnale.

Obținîndu-se fondurile necesare în anul 1866 se montează în hala de turnare a furnalelor un convertizor Bessemer experimental de mică capacitate și un cuptor de preafinare a fontei. Ambele cuptoare erau deservite de o macara cu aburi avînd o capacitate de ridicare de 6 t; brațul macaralei avea o lungime de 6 m și era capabil să execute mișcări în trei direcții.

Cuptorul de preafinare a fontei era amenajat pentru insuflarea de aer rece prin fonta lichidă introdusă în el direct din furnal. Scopul operațiunii nu era obținerea oțelului, ci doar a unei fonte cu un conținut mai scăzut de mangan și siliciu.

Experimentările efectuate la uzinele din Zolyombrezo și Cugir, de consumare a fontei preafinate pentru producerea oțelului, nu au dat rezultate satisfăcătoare; compoziția chimică a fontei preafinate era extrem de variată, uneori fiind supraafinată, alteori insuficient de afinată. Dificultăți mai mari se întîmpinau la utilizarea în cuptoare a fontei supraafinate: topirea încărcăturii se făcea greu, fiind necesare materiale în plus pentru formarea zgurei. Ca urmare, beneficiarii nu au mai emis comenzi pentru acest sortiment de fontă.

Ideea de a se produce fontă preafinată nu a fost totuși abandonată. Se considera că insuccesele în obținerea unei compoziții chimice constante se datorează unor deficiențe constructive în sistemul de insuflare a aerului în cuptor. De fapt instalația era în întregime improvizată din materiale vechi ce s-au găsit în uzină, cu multe coturi și fisuri în sistemul de conducte, care favorizau scăpările de aer (se pierdea cca. 50% din aerul debitat). În plus, diametrul conductelor era inferior celui necesar asigurării debitului de aer. Ca urmare întregul sistem de conducte pentru debitarea aerului în cuptorul de preafinare a fost refăcut, cu materiale noi, de dimensiuni adecvate, tuburile fiind bine etanșate și avînd un număr redus de coturi. Lucrarea s-a terminat la 23 martie 1887.

Convertizorul experimental Bessemer a fost pus în funcțiune simultan cu cuptorul de preafinare. Pentru asigurarea aerului suflat necesar funcționării sale s-a comandat și s-a montat în apropierea cuptorului o suflantă de tip Lang capabilă să debiteze 212 m³ aer pe minut.

Cu ocazia mersului experimental s-a constatat că exceptînd schimbarea orificiilor de insuflare care se făcea mai des, căptușeala refractară rezistă 5—6 zile, respectiv 100—120 de șarje. Rezultatele obținute erau considerate însă nesatisfăcătoare atît privind calitatea oțelului produs, cît și din punct de vedere economic.

Repunerea în funcțiune a cuptorului de preafinare s-a făcut în bune condiții, în ziua terminării reparației lucrării de înlocuire a conductelor de aer. Spre seară însă, din cauza scînteielor ieșite din cuptor, a luat foc acoperișul halei de turnare a furnalelor, unde erau amplasate atît cuptorul de preafinare a fontei, cît și convertizorul experimental Bessemer. Ambele instalații au fost distruse de incendiu.

Ținînd seamă că în cursul funcționării experimentale s-a constatat consumul unei cantități mari de aer suflat, ce nu se putea asigura cu suflantele existente decît în detrimentul funcționării furnalelor, cuptorul nu a mai fost refăcut, ceea ce a rămas după incendiu, demolîndu-se.

Convertizorul experimental Bessemer a fost refăcut și repus în funcțiune, după refacerea halei de turnare a furnalelor și acoperirea ei cu tablă. Avîndu-se în vedere o hotărîre a guvernului (revocată ulterior), privind arendarea către particulari a tuturor uzinelor proprietate de stat el a fost scos din funcțiune la 9 octombrie 1887.

Cuptoarele Martin

După terminarea furnalului nr. 3 (iulie 1890) problema producerii oțelului la Hunedoara este reluată cu mai multă insistență.

Construirea secției de cuptoare Martin a început în anul 1891 și s-a terminat în anul următor. Secția cuprindea două cuptoare Martin și două convertizoare Bessemer de mică capacitate. Se preconiza ca funcționarea cuptoarelor Martin să fie complet independentă de a convertizoarelor, ceea ce s-a realizat doar mult mai tîrziu.

Cele două cuptoare Martin bazice aveau dimensiuni identice, dispuneau de camere regeneratoare și aveau capacitatea de 12—13 t. Lungimea cuptorului era de 5,20 m, lățimea de 2,30 m, iar înălțimea la mijloc, de 1,20 m. Regeneratoarele aveau grătare din cărămidă refractară, regeneratoarele de aer fiind ceva mai mari decît cele de gaz. Fiecare cuptor Martin avea coș propriu.

Generatoarele de gaz dispuneau de un sistem de grătare duble plane, dispuse în trepte, cu vatra complet închisă. Aerul și vaporii de apă erau insuflați la baza grătarului cu ajutorul unui

dispozitiv de tip Körting. Fiecare cuptor avea cîte cinci generatoare de gaz, grupate în baterii, cîte una de cuptor. O baterie de generatoare avea o suprafaţă totală a grătarelor de 5,10 m² (1,02 m² pe fiecare generator). Consumul de combustibil era ridicat (cca. 700 kg cărbuni/h, de fiecare baterie de generatoare). Se utilizau cărbuni de Valea Jiului — în special huile de Lupeni. Silozurile pentru fontă solidă, fier vechi, magnezită, minereu de fier şi calcar erau amplasate la un nivel superior cu 2 m faţă de clădirea ce adăpostea cuptoarele. Pentru descărcarea materialelor în silozuri s-au montat două dispozitive de ridicare acţionate hidraulic, ambele de fabricaţie Lang. Pentru măcinarea şamotei, a varului şi a magnezitei s-a montat o moară chiliană, acţionată de o locomobilă de 9 HP, care punea în mişcare şi ventilatorul forjei, care avea un ciocan cu aburi pentru confecţionarea diferitelor scule necesare şi forjarea probelor tehnologice.

Pentru sfărîmarea fontei vechi, a scoarţelor şi a fundurilor de oală s-a montat o bombă, care era ridicată la înălţimea necesară, cu ajutorul unei locomobile de tip Compound de 16 HP, apoi lăsată să cadă liber. Pentru tocarea aşchiilor şi ruperea şinelor vechi de cale ferată s-a achiziţionat o foarfecă cu aburi.

Hala de turnare a secţiei Martin era comună cu a oţelăriei Bessemer. Turnarea oţelului se făcea în oale căptuşite cu cărămizi refractare, montate pe vagoane de cale ferată cu ecartament foarte larg. Între şine se afla canalul de turnare, în care se montau lingotierele (pe poduri) şi pîlniile de turnare. Pe un pod se montau cinci lingotiere şi central pîlnia de turnare, practicîndu-se turnarea indirectă (fig. 1).

Dintr-o oală se turnau 4—5 serii, deci 20—25 de lingouri. Într-un cuptor se elaborau în medie două şarje în 24 ore. Pierderea de metal prin oxidare era de 4—8%, iar consumul de cărbune, de 750 kg/t. Dolomita necesară reparaţiilor era adusă de la Govăjdie, iar magnezita granulată şi cărămizile de magnezită, de la Diosgyör şi din Stiria (Austria de astăzi).

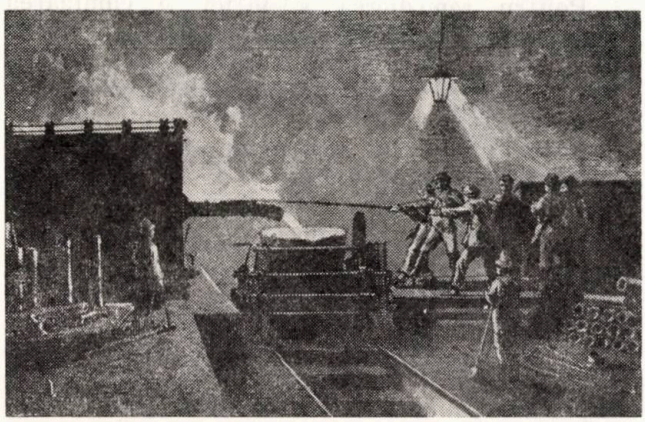


Fig. 1. Oţelăria Martin.

Pe o linie paralelă celei destinate oalei de turnare, avînd un ecartament de 2,440, circula o macara cu aburi cu capacitatea de ridicare de 10 t care manevra lingotierele, scotea lingourile din lingotiere şi aşeza lingourile pe vagoane în vederea evacuării din hală. Această macara de 25 HP, produsă de firma Booth and Brothers din Anglia, avea un cazan cu aburi cu o suprafaţă de încălzire de 6,30 m² ce debita aburi la 6 atm. Consuma anual 60 t cărbuni de Valea Jiului.

Pentru producerea aburilor necesari cuptoarelor Martin şi Bessemer, cît şi instalaţiilor anexe ale acestora, s-a achiziţionat şi montat un cazan generator de aburi tip Steinmüller avînd o suprafaţă de încălzire de 86,2 m², capabil să debiteze aburii la 10 atm presiune. Iniţial era alimentat cu cărbuni de Valea Jiului, ulterior însă sistemul de încălzire a fost modificat pentru funcţionare cu gaz de furnal. Cazanul în cauză şi pompa care îl alimenta cu apa necesară s-au montat provizoriu în curtea uzinei, sub cerul liber; abia după cîţiva ani s-au montat definitiv în noua casă a cazanelor.

Lingourile produse se livrau, în vederea laminării, în cea mai mare parte la Zolyombrezo şi parţial la Cugir şi Kabolopoiana.

Oţelăria Martin a funcţionat pînă în luna octombrie 1904 — cînd din lipsă de comenzi a fost scoasă din funcţiune. În figura 2 este redată diagrama producţiei de oţel a uzinelor între anii 1892 şi 1904.

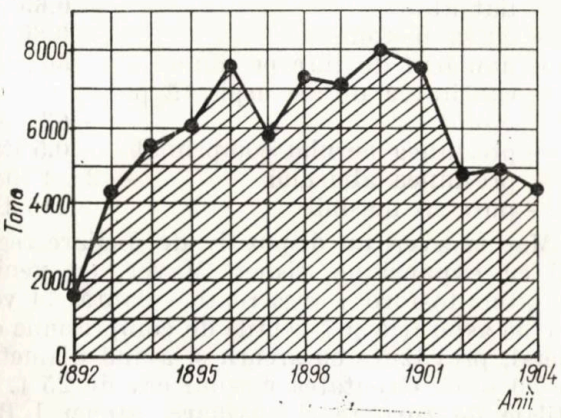


Fig. 2. Diagrama producţiei de oţel a uzinelor Hunedoara (1882—1904).

Producţia de oţel nu a fost reluată la Hunedoara decît în anul 1940 o dată cu intrarea în funcţiune a noii oţelării Martin [1].

Încercări de asimilare a producţiei de oţeluri pentru arcuri

În urma dispoziţiilor primite în luna mai a anului 1895 au început la uzinele din Hunedoara cercetări pe scară industrială privind producerea oţelului de arcuri de tip Holczer. În acest scop unul din cuptoarele Martin cu căptuşeala bazică s-a transformat în cuptor

acid, vatra fiind pregătită din cuarț de înaltă puritate. Concomitent s-au turnat lingotierele de tip special necesare și s-a stocat fontă cenușie produsă special pentru acest scop la furnalul din Govăjdie, din minereu din mina Mihail de la Ghelar, cît și șutajele de laminate de la Zolyombrezo. Oțelul de arcuri produs s-a trimis pentru laminare la Zolyombrezo și Cugir.

Avînd în vedere că uzinele din Hunedoara nu dispuneau de laminoare și nici de utilaj de laborator specific încercărilor fizico-mecanice pentru oțeluri, forul tutelar a hotărît continuarea experiențelor la Zolyombrezo, unde uzina dispunea de instalații de preîncălzire și de tratament termic, precum și de posibilități de determinare a proprietăților fizico-mecanice. În final, folosind și experiența acumulată la Hunedoara, uzina din Zolyombrezo și-a însușit perfect tehnologia producerii oțelurilor de arcuri de tip Holczer.

Convertizoarele Bessemer

Cele două convertizoare Bessemer de mică capacitate s-au montat în aceeași hală cu cuptoarele Martin, canalul de turnare și macaraua pentru manevrarea lingotierelor și lingourilor fiind comune. Instalația de insuflare a aerului avea următorii parametri constructivi și de funcționare :

— diametrul cilindrilor de insuflat aer — 0,80 m ;
— diametrul cilindrilor de insuflat aburi — 0,65 m ;
— cursa pistonului — 0,80 m ;
— numărul de ture pe minut — 56 ;
— cantitatea de aer aspirată pe minut — 63 m^3 ;
— presiunea aerului comprimat — 0,5 atm ;
— presiunea aburului — 2—4 atm ;
— puterea mașinii — 140 HP.

Mașina avea un dispozitiv de dirijare reglabil cu expansiune, sistem Mayer, cu ventile de bronz fosforos ; avea roată volantă, 14 ventile de aspirație și 7 ventile de compresiune din metal, prevăzute cu arcuri, și avînd diametrul de 80 mm. Greutatea mașinii era de 25 t. Ca utilaje de turnare și auxiliare, atelierul Bessemer dispunea de două oale pentru transportul fontei lichide, amplasate pe vagoane de cale ferată, două vagoane special amenajate pentru uscarea fundurilor convertizoarelor, prevăzute cu cuptoare de încălzire alimentate cu cocs, o oală pentru turnarea oțelului montată, de asemenea, pe vagon de cale ferată, conducte de aer, coșuri etc.

Convertizoarele aveau un diametru interior de 0,900 m și o înălțime de 2 800 m. Orificiile de insuflare a aerului, în număr de patru, aveau un diametru de 36 mm, fiind amplasate la o înălțime de 0,250 m față de fund. Încărcarea cu fontă lichidă se făcea printr-un orificiu lateral, așezat la o înălțime de 1,250 m. Fundul convertizorului era interșarjabil. Căptușeala refractară era din șist cuarțos, iar fundul și orificiile de insuflare erau din cărămizi silica. Fundul suporta 7—20 șarje dar în majoritatea cazurilor, după 8 șarje, trebuiau înlocuite și orificiile de insuflare.

Producția de oțel în convertizoarele Bessemer a avut mai mult un caracter experimental, încadrat în tendința de a se valorifica cît mai rațional producția proprie de fontă și de a se crea uzine complexe, care să producă o gamă cît mai largă de produse siderurgice finite.

Concluziile la care au ajuns specialiștii, după o exploatare a convertizoarelor Bessemer timp de aproape doi ani, a fost că în condițiile specifice Hunedoarei, procedeul Martin prezintă o serie de avantaje față de procedeul Bessemer, în special de ordin economic, recomandîndu-se scoaterea din funcțiune a atelierului Bessemer.

Oprirea producției de oțel Bessemer era justificată și prin cererea susținută de fontă, vandabilă cu profituri considerabile, astfel că menținerea în funcțiune a cuptoarelor, ținînd seamă de prețul de cost ridicat al oțelului produs, era considerată nerentabilă.

Prin intrarea în funcțiune a furnalului nr. 4 (1895) producția de fontă a uzinelor din Hunedoara a depășit 70 000 t anual astfel că se hotărăște alocarea unei cote și oțelăriei Bessemer. Ca urmare, în 1897 se hotărăște repunerea în funcțiune a convertizoarelor experimentale Bessemer. Activitatea oțelăriei Bessemer era însă serios afectată de lipsa unei macarale proprii pentru manevrarea lingotierelor și lingourilor de oțel.

De fapt oțelăria Martin lucrînd la plină capacitate, macaraua existentă era atît de ocupată încît cu mare greutate și întîrziere putea efectua parțial lucrări legate de montarea lingotierelor, manevrarea lingourilor etc. pentru oțelăria Bessemer. Pe de altă parte, aburul necesar acționării suflantei pentru cuptoarele Bessemer se obținea numai prin reducerea consumului de aburi la alte agregate cu efecte economice negative pentru uzină.

Pentru remedierea situației și eliminarea dependenței oțelăriei Bessemer de activitatea oțelăriei Martin s-a comandat o macara pe șine acționată manual, avînd capacitatea de ridicare de 2 t capabilă să execute simultan mișcări în trei direcții și avînd un ecartament egal cu al liniei situate deasupra gropii de turnare (2 440 mm) ; de asemenea, un cazan de aburi de tip Eisele, similar cu cele patru existente în uzină, instalate cu 2—3 ani în urmă pentru acționarea suflantelor, încălzit cu gaz de la furnalul nr. 4. În aceste condiții a devenit posibilă repunerea în funcțiune a oțelăriei Bessemer (august 1897) și menținerea ei în exploatare, într-un singur schimb, pînă la sfîrșitul anului.

În anul următor oțelăria Bessemer funcționînd cu un singur cuptor, un singur schimb, a produs în total 962,3 t oțel. Fonta lichidă necesară era adusă la oțelărie într-o oală căptușită cu material refractar, bine încălzită în prealabil, de la distanță de 107 m, care separa oțelăria de secția de furnale. Pentru o șarjă de oțel se utilizau 1,2—1,4 t fontă, care după cîntărire pe un pod basculă era ridicată cu ajutorul unei macarale acționate hidraulic pînă la nivelul superior al convertizoarelor după care era introdusă prin basculare în convertizor. Operația de umplere cu fontă a convertizorului dura în medie 15 min, după care începea suflarea de aer.

Ținînd seamă că în frecvente cazuri, cînd fonta era vîscoasă, pe orificiile de insuflare a aerului se depunea fontă pentru a asigura accesul prin orificii a unor cantități suficiente de aer, era necesară lărgirea acestora cu ajutorul unor răngi ascuțite. Dacă fonta era puțin fluidă, ritmul de insuflare trebuia intensificat, în schimb, în timpul deșarjării, se micșora debitul de aer insuflat; în caz contrar cantități importante de zgură și fontă erau proiectate prin gura convertizorului.

După începerea suflării fumul primar de culoare galben-brună ce se degaja era caracteristic pentru oxidarea manganului; mai tîrziu, cînd începea arderea siliciului și carbonului, din gura convertizorului ieșea o flacără lungă, de culoare deschisă, care se scurta pe măsură ce avansa arderea elementelor menționate. Cînd flacăra devenea foarte scurtă, intervenind și arderea fierului, șarja se evacua rapid în oala bine uscată și încălzită în prealabil în care se adăuga 0,4 — 0,5% feromangan, apoi se turna în lingotiere pentru obținerea oțelului-lingou [2].

Dacă conținutul de siliciu în fontă era sub 1%, arderea manganului în convertizor intervenea mai tîrziu, orificiile de suflare se obturau parțial din cauza aderențelor ce se formau, aerul străbătea mai greu baia metalică, presiunea urcînd pînă la 0,75 — 0,85 atm, scurtîndu-se concomitent și timpul de suflare—astfel că durata elaborării era doar de 17—22 min. Oțelul obținut în aceste condiții era vîscos, deșarjarea fiind dificilă și de durată mare; în oala de turnare rămîneau multe scoarțe și deșeuri de oțel, iar scoaterea de metal era mică.

La un conținut de siliciu în fontă de 1—1,5% rezultatele obținute erau mai bune; elaborarea dura 25—28 min, oțelul elaborat avînd în final 0,08% carbon, fiind de bună calitate. Se realiza și o scoatere mai bună.

Rezultatele cele mai bune se obțineau cînd se lucra cu fontă avînd siliciul cuprins între 1,5 și 2,5% (așa-numita fontă cenușie Bessemer). Se considera drept compoziție optimă a fontei conținutul de siliciu între 1,67 și 2,51%, conținutul de mangan între 2,85 și 2,96% și conținutul de carbon între 3,48 și 4,17%.

La utilizarea unei fonte cu compoziția de mai sus, orificiile de suflare rămîneau curate, presiunea aerului nu urca peste 0,5 atm, din convertizor nu ieșiau scîntei (caracteristice oxidării fierului), iar în timpul fierberii intense se producea un zgomot mai puțin intens. Întregul proces de convertizare dura 25—30 min, iar oțelul obținut fiind fluid se deșarja ușor și se turna în condiții bune în lingotiere, lingourile obținute fiind curate și lipsite de scoarțe.

Pentru obținerea a 100 kg oțel lingou erau necesare 123 kg oțel brut. O scoatere mai bună nu s-a reușit la Hunedoara în tot timpul cît au funcționat convertizoarele [3].

Oțelul produs se forja în bune condițiuni, compoziția medie fiind următoarea: 0,05% C; 0,009% Si; 0,30% Mn; 0,01% S; 0,01% P; 0,038% Cu.

Determinarea compoziției chimice se făcea în laboratorul uzinei, care a fost mutat din încăperea cu totul necorespunzătoare de la etajul atelierului mecanic în localul actualei policlinici a Combinatului, dotîndu-se corespunzător [1].

Funcționarea intermitentă a convertizoarelor Bessemer era datorită faptului că în frecvente cazuri furnalele nu produceau fontă cu compoziția cerută. Dacă se insista totuși pentru menținerea în funcțiune, folosindu-se fontă cu conținut de siliciu redus, ea se mai răcea în timpul transportului, formînd multe scoarțe, producția de oțel devenind cu totul neeconomică atît din cauza procentului ridicat de rebuturi datorită unei turnări prea reci, cît și consumului de fontă care ajungea la 130—168 kg pentru 100 kg oțel lingou.

Cheltuielile de exploatare a convertizoarelor Bessemer erau mărite și de necesitatea ținerii în funcțiune a cazanului generator de aburi pentru suflantă, suportată de o producție relativ mică de oțel, cît și de costul ridicat al căptușelii acide care trebuia înlocuită des. Este de remarcat că dacă partea inferioară a convertizorului era căptușită cu cărămizi silica la partea superioară se utilizau cu succes, depășind durabilitatea cărămizilor de import, formate-cioplite din șist cuarțos de culoare roz, provenind din carierea „Ilie a Gruniului" de lîngă Govăjdie [4].

Din motivele de ordin economic arătate mai sus în anul 1899 producția de oțel Bessemer a fost abandonată definitiv.

BIBLIOGRAFIE

[1] Latinàk G. Y. *A vajda-hunyadi m. Kir. vasgyár és tartozékai. (Uzinele regale de fier din Hunedoara și anexele lor).* Budapesta, Pallas 1906.

[2] * * * *Vajda-Hunyad — 1895 szeptember hó 15—17 (Hunedoara, 15—17 septembrie 1895).* Broșură editată cu ocazia Congresului Asociației Minierilor și Metalurgilor din imperiul Austro-Ungar.

[3] Latinàk G. Y. *Vasolvasztomü vajdahunyadon. (Instalații de furnale la Hunedoara).* Bányászati és kohászati lapok, 39, nr. 16, 1906, p. 203—242.

[4] Chindler N. și Popa S. *Producția de fontă la Govăjdie* (II). Metalurgia, nr. 10, 1971, p. 372.

METALURGIA 12/1973

Index alfabetic de rubrici și autori

Editoriale

Gheorghiu Gh. : Îmbunătățirea structurii producției — sarcină primordială a industriei metalurgice în etapa actuală, nr. 8, p. 457—459.

Pavoni Ig. : Industria metalurgică în anul de bază al cincinalului, nr. 9, p. 529—532.

Sofroni L.: Revista Metalurgia la 25 de ani de apariție, nr. 10, p. 605—608.

Rădvan Șt. : Întreprinderea de construcții și montaje siderurgice Galați — treisprezece ani de realizări pe platforma Combinatului siderurgic — Galați, nr. 12, p. 757—759.

Vătavu M. : Întreprinderea metalurgică — Iași la zece ani de activitate, nr. 11, p. 681—682.

★

Belzo O., Făclieru M., Sain S. și *Teodoriu A.* : Aspecte privind calibrarea cilindrilor de formare la fabricarea țevilor sudate longitudinal, nr. 11, p. 689—691.

Brânișteanu V., Belzo O., Făclieru M. și *Acker C.* : Aspecte și contribuții privind aplicarea concretă a metodei ELECTRE la determinarea amplasamentului optim al unei investiții din cadrul Ministerului Industriei Metalurgice, nr. 11, p. 692—698.

Butnariu L. : Dinamica indicatorilor calitativi la Întreprinderea metalurgică—Iași, nr. 11, p. 683—685.

Fokt Viorica și *Radu I.I.*: Contribuția „IPROLAM" la realizarea Întreprinderii metalurgice—Iași, nr. 9, p. 540—541.

Gâdea V. și *Manoliu V.*: Institutul de proiectări pentru laminoare — „IPROLAM" — participant activ la progresul metalurgiei românești, nr. 9, p. 536—539.

Mircea Șt. : Dezvoltarea producției de materiale refractare în R.S. România, nr. 9, p. 559—561.

Moldovan I. : Dezvoltarea producției de țevi în R.S.România, nr. 9, p. 533—535.

Oprea Fl. : Contribuția Facultății de metalurgie la progresul industriei metalurgice și constructoare de mașini, nr. 9, p. 544—548.

Rădulescu Cr. și *Radu I.I.* : Proiectarea de utilaje tehnologice la Institutul de proiectări pentru laminoare — „IPROLAM", nr. 9, p. 542—543.

Segărceanu T. : Metalurgia metalelor neferoase, succese și perspective, nr. 9, p. 549—552.

Ștefănescu Cl. : România a depășit producția de un milion tone piese turnate, nr. 9, p. 553—558.

Teodoriu A.E. și *Berescu T.* : Stadiul actual și perspectivele producției de profile formate la rece la Întreprinderea metalurgică—Iași, nr. 11, p. 699—700.

Ungureanu T., Câmpeanu C., Sain S. și *Toma P.*: Aspecte privind stabilirea unui model matematic de programare optimă a fabricației la Întreprinderea metalurgică—Iași, nr. 11, p. 686—688.

Studii și cercetări

Adăscăliței A. : Stabilirea și reglarea potențialului de carbon într-o atmosferă controlată de tip endoterm la cementarea unor oțeluri aliate, nr. 12, p. 760—763.

Adrian M., Cazimirovici E. și *Ilca I.* : Cercetări în legătură cu reducerea pierderilor prin oxidare la Laminorul continuu de sîrmă de la C.S. Hunedoara, nr. 6, p. 312—314.

Alexandru C. : Considerații privind formarea zgurelor în cuptorul Martin, nr. 7, p. 390—392.

Ardeleanu Z., Sporea I. și *Gutmayer H.* : Calculul schimbului de căldură într-un preîncălzitor de tipul radiației, nr. 6, p. 315—318.

Armeanu V. și *Niculescu Ileana*: Determinarea fotocolorimetrică a cuprului la depunerile electrografice ale unor aliaje pe bază de cupru, nr. 4, p. 187—189.

Avram Gh. și *Popescu M.* : Fabricarea țevilor din oțel fără sudură rezistente la temperaturi joase, nr. 5, p. 242—244.

Bender A. și *Erdei I.* : Influența unor factori asupra arderii manganului la dezoxidarea oțelului în cuptorul Martin, nr. 1—2, p. 11—13.

Bender A. și *Pop V.* : Cercetări privind natura incluziunilor nemetalice din oțelul Martin de la C.S. Reșița, nr. 3, p. 100—104.

Bolintineanu Gh. : Cercetări privind folosirea unor fluxuri la elaborarea aliajului ATCu 4, nr. 3, p. 119—123.

Botha Gh. : Contribuții la studiul metalografic al pseudoaliajului sinterizat Ag-CdO pentru contacte electrice, nr. 9, p. 562—564.

Catrinoiu C. : Oțeluri beton periodice cu limita înaltă elastică, nr. 1—2, p. 23—26.

Chirulescu V., Pomacu N., Rădulescu C., Ialan N. și *Milroi C.* : Contribuții privind calculul grosimii crustei cilindrilor extraduri turnați prin procedeul duplex, nr. 5, p. 245—247.

Constantinescu A., Memet G., Samoilă C. și *Vulcu V.* : Influența distanței dintre rola și partea de jos a cuvei asupra proprietăților amestecurilor din turnătorie, pregătite în amestecătoare cu role, nr. 8, p. 474—476.

Cornea A. și *Velea T.* : Extracția zirconiului din soluții sulfurice cu tri-n-octilamină, nr. 7, p. 397—401.

Cornea A., Segărceanu T. și *Giurgea Mariana* : Extracția lichid-lichid a cadmiului și zincului din soluții sulfurice cu acizi carboxilici, nr. 9, p. 568—573.

Cristescu C. și *Cristescu S.* : Încercări de fabricație a cărămizilor de oală cu dilatație ulterioară, nr. 7, p. 402—404.

Cruceru C., Alexandru Magdalena și *Drimer D.* : Cercetări pentru asimilarea fabricației conductorilor electrici din aliaje de aluminiu de tip „Aldrey", nr. 11 p. 713—715.

Daisa Adela : Cercetări privind fasonarea prin turnare a unor produse refractare speciale, nr. 12, p. 774—779.

Dragomir I. : Dinamica creșterii și îndepărtării incluziunilor nemetalice în condițiile agitării electromagnetice, nr. 3, p. 96—99.

Dragomir I. și *Rusu E.* : Execuția unei instalații pentru determinarea tensiunii superficiale și densității aliajelor în stare lichidă, nr. 4, p. 172—174.

Drăgan O., Protopopescu Aurelia, Ciovică D. și *Ionescu F.* : Cercetări privind presarea pulberilor din alumină în cîmp ultrasonic, nr. 10, p. 628—630.

Dulămiță T., Cincă Lucia și *Florian E.* : Cercetări în vederea îmbunătățirii calității reducțiilor pentru prăjini de foraj, nr. 3, p. 105—108.

Dumitru Lucia, Nicolae P., Mutu A. și *Nadu Florica* : Contribuții privind valorificarea complexă a piritei și cenușei de pirită, nr. 1—2, p. 35—39.

Franțiu I. : Determinarea forțelor de laminare în producția tablelor groase din oțel inoxidabil austenitic, nr. 3, p. 113—118.

Frumosu Galina, Bădoiu R. și *Segărceanu T.* : Cercetări privind obținerea litiului din spodumen. Tehnologia acidă, nr. 6, p. 329—334.

Frumosu Galina, Segărceanu T. și *Bădoiu R.* : Cercetări privind obținerea litiului din spodumen. Procedeu de descompunere a spodumenului cu soluție de carbonat de sodiu în autoclavă, nr. 8, p. 487—492.

Gâdea Suzana, Protopopescu M. și *Dumitrescu C.* : Cercetări privind duritatea la temperaturi ridicate a unui oțel slab aliat Cr-Mo-V, nr. 1—2, p. 19—22.

Georgescu C., Triandaf Angela, Olaru F., Țibea V. și *Ioanițescu Al.* : Studii și experimentări privind valorificarea plumbului și zincului la topirea în suspensie a concentratelor cuproase, nr. 5, p. 261—264.

Gheorghe C. şi *Văiteanu D.*: Influenţa vitezei de deplasare a inductorului asupra mărimii stratului călit superficial în urma încălzirii prin inducţie, nr. 8, p. 467—470.

Grigoriu I. şi *Balasanian I.*: Modelarea procesului de prăjire oxidantă a concentratului de molibdenit în strat fluidizat, nr. 1—2, p. 40—44.

Gruder Galia şi *Slăvoacă R.*: Procedeu şi utilaje pentru elaborarea magneziului din materii prime indigene (dolomite), nr. 5, p. 252—256.

Grünwald E. şi *Szilagyi M.*: Unele particularităţi privind galvanizarea în masă cu tamburi imersaţi în electroliţii de nichelare, nr. 10, p. 621—625.

Hătărăscu Ov. şi *Dian L.*: Experimentări pentru prereducerea peletelor cu ajutorul combustibililor solizi, nr. 1—2, p. 7—10.

Hătărăscu Ov. şi *Ţocu P.*: Influenţa prereducerii asupra caracteristicilor fizico-chimice ale aglomeratului (I). Cercetări de laborator,nr. 4, p. 167—171.

Hătărăscu Ov. şi *Ţocu P.*: Influenţa prereducerii asupra caracteristicilor fizico-chimice ale aglomeratului (II), nr. 6, p. 309—311.

Hătărăscu Ov., Vlădescu M., Lothar D. şi *Alexandrescu A.*: Cercetări pentru utilizarea buretelui de fier la elaborarea oţelurilor în cuptorul electric, nr. 8, p. 460—461.

Hâncu I.: Acţiunea oxidant-reducătoare a azotatului de amoniu cu şi fără adaos de clorură de sodiu asupra sulfurilor concentratului zincos, nr. 8, p. 477—479.

Ionescu C. şi *Iancu P.*: Influenţa condiţiilor de încălzire pentru deformare plastică asupra caracteristicilor structurale şi mecanice ale oţelurilor de construcţie microaliate cu vanadiu, nr. 3, p. 109—112.

Manolescu A. şi *Barbu I.*: Determinarea unor corelaţii între diferite metode de încercare mecanică a cocsului, nr. 5, p. 239—241.

Marghescu M. şi *Popa T.*: Studiu asupra amestecurilor de formare pe bază de nisip Făget, folosite la turnarea pieselor din fontă pentru strunguri, nr. 5, p. 248—251.

Mazilu E. şi *Scorţea Cristina*: Influenţa structurii iniţiale asupra rezistenţei de durată a oţelurilor termorezistente de tip Cr-Mo-V, nr. 8, p. 462—466.

Moucha V. Al.: Rezultatele cercetărilor de laborator privind un nou procedeu complex de valorificare a bismutului dintr-un concentrat indigen de bismutină, nr. 3, p. 128—131.

Moucha V. Al.: Comportarea electrochimică a ionilor de Mn^{2+} la extragerea electrolitică a cuprului şi a zincului în două trepte, din baia de sulfat, nr. 12, p. 771—773.

Nanu A., Sporea I., Breştin A. şi *Gheorghiu Şt.*: Influenţa agentului de suflare asupra procesului de dezbatere a formelor cu liant silicat de sodiu, nr. 1—2, p. 31—34.

Oprescu I., Dumitrescu P., Vîrcolacu I. şi *Guţu M.*: Conducerea complexă a instalaţiei de aglomerare în vederea obţinerii producţiei maxime, nr. 1—2, p. 1—6.

Oprescu I., Dumitraşcu P., Vîrcolacu I. şi *Guţu M.*: Stabilizarea caracteristicilor fizico-chimice ale încărcăturii instalaţiei de aglomerare, nr. 4, p. 161—166.

Ortega Rojas A.M.: Posibilităţi de valorificare a unor metale neferoase din zgurele obţinute în pirometalurgia cuprului, nr. 6, p. 319—328.

Petrescu N., Nicoloiu Elisabeta şi *Ianovici Lucia*: Cercetări privind proprietăţile calcarelor de Mahmudia şi comportarea lor în procesul de decarbonatare, nr. 10, p. 609—616.

Popescu N., Dumitrescu C. şi *Bujoreanu Şt.*: Cercetări privind tratamentele termice aplicabile oţelului de scule VSCW 20, nr. 1—2, p. 14—18.

Popescu V.I.: Influenţa temperaturii asupra rezistenţei la deformare şi a plasticităţii aluminiului tehnic pur, nr. 8, p. 471—473.

Popescu V.I., Drăgan I. şi *Gavrilescu Gr.*: Influenţa condiţiilor de forjare asupra structurii oţelurilor rapide, nr. 10, p. 617—620.

Pridvornic M.: Vitezele optime de deformare plastică în cazul prelucrării aluminiului şi a aliajelor sale, nr. 7, p. 393—397.

Sălcudean Martha, Costescu M. şi *Ardeleanu V.*: Cu privire la bilanţul termic al masclotei unui lingou de 25 t, nr. 11, p. 706 — 708.

Segărceanu T., Balaieş Elena şi *Cocoşco Elisabeta*: Unele aspecte teoretice şi practice ale clorurării concentratelor zirconifere, nr. 5, p. 257—260.

Singer M.: Desprăfuirea zonelor de transfer ale transportoarelor cu bandă, nr. 12, p. 766—770.

Suciu I.: Cercetări privind îmbunătăţirea calităţii oţelurilor destinate fabricării şuruburilor şi piuliţelor prin deformare plastică la rece, nr. 4, p. 179—182.

Svetenco O. şi *Săvulescu P.*: Depunerea aliajelor dure pe partea activă a brăzdarelor cu încălzire prin curenţi de înaltă frecvenţă, nr. 9, p. 565—567.

Şontea S. şi *Lupşoiu C.*: Model matematic pentru programarea producţiei în turnătorii, nr. 1—2, p. 27—30.

Ştefănescu D.M. şi *Chiricuţă I.*: Analiză rapidă pentru determinarea carbonului echivalent al fontelor hipoeutectice cu grafit lamelar pe baza curbelor de răcire, nr. 3, p. 124—127.

Ştirbu Cornelia şi *Ivanov Gr.*: Contribuţii privind calculul şi optimizarea puterii utile, transmise în procesul de sudare a ţevilor prin curenţi de înaltă frecvenţă, nr. 4, p. 175—178.

Trandafirescu M.: Dimensionarea tehnologică a utilajelor de tip tambur rotativ, nr. 11, p. 709—712.

Triandaf Angela, Olaru F., Georgescu C., Ioanifescu A., Moşoiu C. şi *Ţibea V.*: Studii şi experimentări de valorificare a elementelor utile din concentrate complexe de Pb, Cu, Zn, prin procedeul topirii în suspensie. nr. 8, p. 480—486.

Tutelea Aviga, Buşilă Mariana şi *Chica Şt.*: Experimentări privind rafinarea aluminiului pe cale electrolitică, nr. 6, p. 335—339.

Ţocu P.: Cercetări privind intensificarea utilizării gazului metan la aglomerarea minereurilor de fier, în vederea îmbunătăţirii calităţii aglomeratului şi scăderii consumului specific de cocs, nr. 5, p. 233—238.

Ţocu P. şi *Popescu T.*: Cercetări privind posibilităţile de îmbunătăţire a calităţii aglomeratului prin optimizarea regimului de aglomerare, nr. 7, p. 385—389.

Ţocu P., Hătărăscu Ov. şi *Pilly N.*: Cercetări privind utilizarea în furnal a minereurilor prereduse, nr. 11. p. 701—705.

Urseanu A.: Reducerea consumului de cocs prin aglomerarea minereurilor pe bandă în straturi suprapuse, nr. 3, p. 93—95.

Văiteanu D. şi *Gheorghe C.*: Influenţa puterii specifice asupra mărimii şi structurii stratului călit superficial prin curenţi de înaltă frecvenţă, nr. 12, p. 764—765.

Vidopol S.: Instalaţia de reglare automată a aerului de insuflare la convertizarea cuprului, nr. 10, p. 626—627.

Zubac V.: Metodă, instalaţie şi cercetări experimentale privind comportarea la şoc termic a unor fonte cu grafit nodular, nr. 4, p. 183—186.

Realizări tehnice

Brânzan A.: Metodă eficientă de turnare a roţilor din oţel, nr. 8, p. 497—500.

Călugăru Gh. şi *Rabinovici R.*: Contribuţii la construirea unui magnetometru pentru studiul texturii tablelor silicioase, nr. 12, p. 792—793.

Ghiţă Aurora şi *Voicu Letiţia*: Determinarea cantitativă a bariului din modificatori şi prealiaje, nr. 4, p. 204—206.

Martalogu Z.: Îmbunătăţiri aduse confecţionării electrozilor utilizaţi la maşinile de sudat lanţ, industrial şi minier, nr. 7, p. 426—428.

Popa N.: Realizarea clopoţeilor din oţel inoxidabil pentru coloane de distilare folosite în industria petrochimică, nr. 9, p. 577—581.

Popescu I. şi *Popescu M.*: Analiza spectrografică a conţinuturilor mici de aluminiu din oţel, nr. 7, p. 423—425.

Szöcs Ecaterina: Determinarea rapidă a siliciului şi a fosforului din fontă, nr. 1—2, p. 44—47.

Toma O. şi *Crişan T.*: Determinarea prin spectrofotometria de absorbţie atomică a conţinutului de cupru, mangan, fier şi zinc din duraluminiu, nr. 9, p. 574—576.
Vacniuc N.: Influenţa parametrilor constructivi şi a condiţiilor de exploatare asupra comportării utilajului de turnare, nr. 1—2, p. 48—50.

Actualităţi

Bădoi P. şi *Gruianu I.*: Consideraţii practice privind conducerea proceselor chimice şi metalurgice de cementare în cuptoare continue cu atmosferă controlată, nr. 7, p. 405—407.
Chifu Gh.: Cu privire la evoluţia pe sortimente a producţiei de oţel pînă în anul 1990, nr. 10, p. 631—634.
Chifu Gh.: Contribuţii privind reducerea consumurilor specifice în fabricarea oţelului electric, nr. 12, p. 786—789.
Ciobanu Al.: Crearea băncii de date a turnătoriei Uzinei de pompe—Bucureşti, nr. 8, p. 493—496.
Dragoş Z. şi *Sofronie M.*: Aspecte actuale ale aplicării procedeului Croning în turnătorii (II), nr. 4, p. 198—203.
Dragoş Z. şi *Sofronie M.*: Aspecte actuale ale aplicării procedeului Croning în turnătorii (III), nr. 7, p. 412—416.
Firescu V., Stoicoi A., Iacob I. şi *Tudoroiu E.*: Posibilităţi de epurare şi de valorificare a gazelor brute rezultate în procesul carbofluid (I), nr. 12, p. 780—785.
Gostian I.: Avantajele fosfatării sîrmelor destinate fabricării cablurilor de tracţiune şi a sîrmelor pentru armarea betonului precomprimat, nr. 6, p. 346—348.
Guţu D. şi *Gheocalescu I.*: Optimizarea economică a elaborării aliajelor de aluminiu, nr. 12, p. 790—791.
Guţu M. şi *Mateescu Gh.*: Consideraţii privind optimizarea tăierii la lungimile de pat de răcire ale profilelor mici, nr. 7, p. 408—411.
Harbuz L., Martin I. şi *Beliman R.*: Studiu asupra durabilităţii lingotierelor de 25 t—format tablă—fabricate în turnătoria de lingotiere C.S. Galaţi, nr. 5, p. 273—276.
Iancu N.: Manipularea materiilor prime pentru furnale la C.S. Galaţi, nr. 4, p. 190—192.
Iancu N. şi *Pricop C.*: Pregătirea minereurilor de fier în cadrul sectorului furnale de la C.S. Galaţi, nr. 5, p. 265—267.
Ilin Gh.: Aprecieri asupra posibilităţilor de economisire a oţelului, nr. 1—2, p. 51—54.
Iosefide I.: Determinarea stocului optim al pieselor de siguranţă necesare utilajelor specifice industriei siderurgice, nr. 10, p. 635—642.
Moucha V. Al.: Aparat pentru studierea complexă a caracteristicilor filtrante ale materialelor textile utilizate la confecţionarea filtrelor cu saci, nr. 10, p. 643—645.
Munteanu Al. şi *Ciobanu I.*: Probleme actuale legate de utilizarea uleiurilor la călire, nr. 5, p. 268—272.
Munteanu Al. şi *Ciobanu I.*: Determinarea debitului minim de gaz necesar evacuării aerului din spaţiul de lucru al cuptoarelor cu atmosferă controlată,nr.6, p. 340—345.
Rădulescu C., Iatan N., Chirulescu V. şi *Şerban P.*: Consideraţii privind aprecierea calităţii cilindrilor de laminor din punctul de vedere al durităţii. Prelevarea probelor din cilindri, nr. 6, p. 349—350.
Rotaru C. şi *Ciobanu A.*: Utilizarea calculatorului Friden 5610 în conducerea producţiei turnătoriei la Uzina de pompe—Bucureşti, nr. 4, p. 193—197.
Schönberger Fr., Bathö V., Balo L., Crainic N. şi *Cosneanu C.*: Turnarea centrifugală prin metoda Compound a cilindrilor de laminor utilizaţi la laminarea ţevilor, nr. 7, p. 417—422.

Protecţia muncii

Darabont A., Ghika Doina şi *Cekhan — Racoviţă Anca:* Mijloace moderne de protecţie individuală împotriva poluării sonore în turnătorii, nr. 12, p. 798—801.
Laczko P. şi *Ludescher Coralia*: Rolul instalaţiilor de ventilaţie în prevenirea bolilor profesionale, nr. 8, p. 511—513.
Istodor V.: Epurarea gazelor rezultate de la cuptoarele rotative din fabricile de produse refractare, nr. 3, p. 138—141.

Lucrări de sinteză

Ciobanu I.: Consideraţii privind determinarea tendinţei de formare a defectelor cauzate de dilataţie la turnarea în forme crude, nr. 3, p. 132—137.
Ciobanu I.: Defectele cauzate de dilataţia nisipului la turnarea aliajelor în forme crude, nr. 9, p. 582—588.
Dragomir I.: Rolul factorilor hidrodinamici în obţinerea oţelurilor de înaltă calitate, nr. 5, p. 277—279.
Dragomir I. şi *Rusu E.*: Rolul fenomenelor de suprafaţă în germinarea, creşterea şi îndepărtarea incluziunilor nemetalice din baia metalică, nr. 6, p. 351—356.
Făgărăşanu Maria: Determinarea azotului din oţeluri, nr. 10, p. 650—657.
Gostian I.: Patentarea din căldura de laminare după procedeele „Stelmar, Demag-Yawata" şi „Schloemann", nr. 10, p. 646—649.
Lederer A.: Ajustajul tablelor groase, nr. 4, p. 207—214.
Lederer A.: Proiectarea ajustajelor de tablă groasă, nr. 5, p. 280—286.
Lederer A.: Realizări noi în domeniul laminoarelor de benzi late la cald (I), nr. 11, p. 721—726.
Morugă P.C.: Prognoză privind industria de aluminiu pe plan mondial pînă în anul 1990—2000, nr. 12, p. 794—797.
Oprea Sanda, Voicu Gh. şi *Bratu C.*: Corelaţia dintre proprietăţile termofizice şi mecanice ale materialelor metalice cu procesul de încălzire (I), nr. 7, p. 435—439.
Oprea Sanda, Voicu Gh. şi *Bratu C.*: Corelaţia dintre proprietăţile termofizice şi mecanice ale materialelor metalice cu procesul de încălzire (II), nr. 8, p. 506—510.
Pridvornic M.: Influenţa vitezei de deformare asupra rezistenţei la curgere şi ecruisării materialelor metalice, nr. 1—2, p. 55—60.
Pridvornic M.: Asupra naturii fizice a procesului de deformare plastică, nr. 11, p. 716—720.
Ştefănescu D.M.: Fabricarea fontelor cu grafit nodular în Japonia, nr. 7, p. 429—434.
Ştefănescu D.M.: Noutăţi în cristalizarea metalelor — ipoteza solidonilor, nr. 8, p. 501—505.
Voicu Gh. şi *Bratu C.*: Consideraţii asupra schimbului de căldură în cuptoarele metalurgice cu cuvă, nr. 1—2, p. 61—64.

Din istoricul metalurgiei

Chindler N. şi *Popa S.*: Începuturile producţiei de fontă la Hunedoara (II), nr. 1—2, p. 65—69.
Chindler N. şi *Popa S.*: Începuturile producţiei de fontă la Hunedoara (III), nr. 6, p. 357—362.
Chindler N. şi *Popa S.*: Începuturile producţiei de fontă la Hunedoara (IV), nr. 11, p. 727—734.
Chindler N.: Începuturile producţiei de oţel la Hunedoara, nr. 12, p. 802—805.
Franţiu I.: Începutul uzinei „Laminorul de tablă" din Galaţi, nr. 10, p. 658—660.

Informaţii tehnico-economice

Nr. 1—2, p. 39, 70
nr. 3, p. 143
nr. 4, p. 203, 206
nr. 5, p. 288
nr. 6, p. 339, 345, 348, 362
nr. 7, p. 404, 439
nr. 8, p. 513, 518, 519
nr. 9, p. 581, 590
nr. 10, p. 663
nr. 11, p. 735

Cronică

Nr. 4, p. 215, 224
nr. 5, p. 287
nr. 6, p. 371
nr. 7, p. 434

Recenzii

Nr. 3, p. 142
nr. 4, p. 215
nr. 6, p. 363
nr. 7, p. 392, 411, 422
nr. 9, p. 535, 548, 564
nr. 10, p. 661
nr. 11, p. 734
nr. 12, p. 815, 816

Invenţii

Nr. 3, p. 131
nr. 4, p. 214
nr. 5, p. 272, 286

Index alfabetic de autori

Acker C.: nr. 11, p. 692—698
Adăscăliţei A. : nr. 12, p. 760—763
Adrian M.: nr. 6, p. 312—314
Alexandrescu A.: nr. 8, p. 460—461
Alexandru C.: nr. 7, p. 390—392
Alexandru Magdalena: nr. 11, p. 713—715
Ardeleanu V.: nr. 11, p. 706—708
Ardeleanu Z.: nr. 6, p. 315—318
Armeanu V.: nr. 4, p. 187—189
Avram Gh.: nr. 5, p. 242—244
Balaieş Elena: nr. 5, p. 257—260
Balasanian I.: nr. 1—2, p. 40—44
Balo L.: nr. 7, p. 417—422
Barbu I.: nr. 5, p. 239—241
Bathö V.: nr. 7, p. 417—422
Bădoi P. : nr. 7, p. 405—407
Bădoiu R.: nr. 6, p. 329—334; nr. 8, p. 487—492
Bellman R.: nr. 5, p. 273—276
Belzo O.: nr. 11, p. 689—691
Bender A.: nr. 1—2, p. 11—13; nr. 3, p. 100—104
Berescu T.: nr. 11, p. 699—700
Bolintineanu Gh.: nr. 3, p. 119—123
Botha L.: nr. 9, p. 562—564
Bratu C.: nr. 1—2, p. 61—64; nr. 7, p. 435—439; nr. 8, p. 506—510
Brănişteanu V.: nr. 11, p. 692—698
Brânzan A.: nr. 8, p. 497—500
Breştin A.: nr. 1—2, p. 31—34
Bujoreanu Şt.: nr. 1—2, p. 14—18
Buşilă Mariana: nr. 6, p. 335—339
Bulnariu L.: nr. 11, p. 683—685
Catrinoiu C.: nr. 1—2, p. 23—26
Cazimirovici E.: nr. 6, p. 312—314
Călugăru Gh.: nr. 12, p. 792—793
Câmpeanu C.: nr. 11, p. 686—688
Cekhan-Racoviţă Anca: nr. 12, p. 798—801
Chica Şt: nr. 6, p. 335—339
Chindler N.: nr. 1—2, p. 65—69; nr. 6, p. 357—362; nr. 11, p. 727—734; nr. 12, p. 802—805
Chiricuţă I.: nr. 3, p. 124—127
Chirulescu V.: nr. 5, p. 245—247; nr. 6, p. 349—350
Chiţu Gh.: nr. 10, p. 631—634; nr. 12, p. 786—789
Cincă Lucia: nr. 3, p. 105—108
Ciobanu A.: nr. 4, p. 193—197; nr. 8, p. 493—496
Ciobanu I.: nr. 3, p. 132—137; nr. 5, p. 268—272; nr. 6, p. 340—345; nr. 9, p. 582—588
Ciovică D.: nr. 10, p. 628—630
Cocoşco Elisabeta: nr. 5, p. 257—260
Constantinescu A.: nr. 8, p. 474—476
Cornea A.: nr. 7, p. 397—401; nr. 9, p. 568—573
Cosneanu C.: nr. 7, p. 417—422
Costescu M.: nr. 11, p. 706—708
Crainic N.: nr. 7, p. 417—422
Cristescu C.: nr. 7, p. 402—404
Cristescu S.: nr. 7, p. 402—404
Crişan T.: nr. 8, p. 574—576
Cruceru C.: nr. 11, p. 713—715
Daisa Adela: nr. 12, p. 774—779
Darabont A.: nr. 12, p. 798—801
Dian L.: nr. 1—2, p. 7—10
Dragomir I.: nr. 3, p. 96—99; nr. 4, p. 172—174; nr. 5, p. 277—279; nr. 6, p. 351—356
Dragoş Z.: nr.4, p. 198—203; nr. 7, p. 412—416
Drăgan I.: nr. 10, p. 617—620
Drăgan O.: nr. 10, p. 628—630
Drimer D.: nr. 11, p. 713—715
Dulămiţă T.: nr. 3, p. 105—108
Dumitraşcu P.; nr. 1—2, p. 1—6; nr. 4, p. 161—166
Dumitrescu C.: nr. 1—2, p. 14—18; nr. 1—2, p. 19—22
Dumitru Lucia: nr. 1—2, p. 35—39
Erdei I.: nr. 1—2, p. 11—13
Făclieru M.: nr. 11, p. 689—691
Făgărăşanu Maria: nr. 10, p. 650—657
Firescu V.: nr. 12, p. 780—785
Florian E.: nr. 3, p. 105—108
Fokt Viorica: nr. 9, p. 540—541
Franţiu I.: nr. 3, p. 113—118; nr. 10, p. 658—660
Frumosu Galina: nr. 6, p. 329—334; nr. 8, p. 487—492
Ganovici Lucia: nr. 10, p. 609—616
Gavrilescu Gh.: nr. 10, p. 617—620
Gâdea Suzana: nr. 1—2, p. 19—22
Gâdea V.: nr. 9, p. 536—539
Georgescu C.: nr. 5, p. 261—264; nr. 8, p. 480—486
Gheocalescu I.: nr. 12, p. 790—791
Gheorghe C.: nr. 8, p. 467—470; nr. 12, p. 764—765
Gheorghiu Gh.: nr. 8, p. 457—459
Gheorghiu Şt.: nr. 1—2, p. 31—34
Ghiţă Aurora: nr. 4, p. 204—206
Ghika Doina: nr. 12, p. 798—801
Giurgea Mariana: nr. 9, p. 568—573
Gostian I.: nr. 6, p. 346—348, nr. 10, p. 646—649
Grigoriu I.: nr. 1—2, p. 40—44
Gruder Galia: nr. 5, p. 252—256
Gruianu I.: nr. 7, p. 405—407
Grünwald E.: nr. 10, p. 621—625
Gutmayer H.: nr. 6, p. 315—318
Guţu D.: nr. 12, p. 790—791
Guţu M.: nr. 1—2, p. 1—6; nr. 4, p. 161—166; nr. 7, p. 408—411
Harbuz L.: nr. 5, p. 273—276
Hâncu I.: nr. 8, p. 477—479
Hătărăscu Ov.: nr. 1—2, p. 7—10; nr. 4, p. 167—171; nr. 6, p. 309—311; nr. 8, p. 460—461; nr. 11, p. 701—705
Iacob I.: nr. 12, p. 780—785
Iancu N.: nr. 4, p. 190—192; nr. 5, p. 265—267
Iancu P.: nr. 3, p. 109—112
Iatan N.: nr. 5, p. 245—247; nr. 6, p. 349—350
Ilca I.: nr. 6, p. 312—314
Ilin Gh.: nr. 1—2, p. 51—54
Ioaniţescu Al.: nr. 5, p. 261—264; nr. 8, p. 480—486
Ionescu C.: nr. 3, p. 109—112
Ionescu F.: nr. 10, p. 628—630
Iosefide L.: nr. 10, p. 635—642
Istodor V.: nr. 3, p. 138—141
Ivanov Gr.: nr. 4, p. 175—178
Laczko P.: nr. 8, p. 511—513
Lederer A.: nr. 4, p. 207—214; nr. 5, p. 280—286; nr. 11, p. 721—726
Lothar D.: nr. 8, p. 460—461
Ludescher Coralia: nr. 8, p. 511—513
Lupşoiu C.: nr. 1—2, p. 27—30
Manolescu A.: nr. 5, p. 239—241
Manoliu V.: nr. 9, p. 536—539
Marghescu M.: nr. 5, p. 248—251
Marlalogu Z.: nr. 7, p. 426—428
Martin I.: nr. 5, p. 273—276
Mateescu Gh.: nr. 7, p. 408—411
Mazilu E.: nr. 8, p. 462—466
Memet G.: nr. 8, p. 474—476
Mircea Şt: nr. 9, p. 559—561
Mitroi C.: nr. 5, p. 245—247

Mitu A.: nr. 1—2, p. 35—39
Moldovan I.: nr. 9, p. 533—535
Morugă P.C.: nr. 12, p. 794—797
Moşoiu C.: nr. 8, p. 480—486
Moucha V.Al.: nr. 3, p. 128—131; nr. 10, p. 643—645; nr. 12, p. 771—773
Munteanu Al.: nr. 5, p. 268—272; nr. 6, p. 340—345

Nadu Florica: nr. 1—2, p. 35—39
Nanu A.: nr. 1—2, p. 31—34
Nicolae P.: nr. 1—2, p. 35—39
Nicoloiu Elisabeta: nr. 10, p. 609—616
Niculescu Ileana: nr. 4, p. 187—189

Olaru F.: nr. 5, p. 261—264; nr. 8, p. 480—486
Oprea Fl.: nr. 9, p. 544—548
Oprea Sanda: nr. 7, p. 435—439; nr. 8, p. 506—510
Oprescu I.: nr. 1—2, p. 1—6; nr. 4, p. 161—166
Ortega Rojas A.M.: nr. 6, p. 319—328

Pavoni Ig.: nr. 9, p. 529—532
Petrescu N.: nr. 10, p. 609—616
Pilly N.: nr. 11, p. 701—705
Pomacu N.: nr. 5, p. 245—247
Pop V.: nr. 3, p. 100—104
Popa N.: nr. 9, p. 577—581
Popa S.: nr. 1—2, p. 65—69; nr. 6, p. 357—362; nr. 11, p. 727—734
Popa T.: nr. 5, p. 248—251
Popescu I.: nr. 7, p. 423—425
Popescu M.: nr. 5, p. 242—244; nr. 7, p. 423—425
Popescu N.: nr. 1—2, p. 14—18
Popescu T.: nr. 7, p. 385—389
Popescu V.I.: nr. 8, p. 471—473; nr. 10, p. 617—620
Pricop C.: nr. 5, p. 265—267
Pridvornic M.: nr. 1—2, p. 55—60; nr. 7, p. 493—496; nr. 11, p. 716—720
Protopopescu Aurelia: nr. 10, p. 628—630
Protopopescu N.: nr. 1—2, p. 19—22

Rabinovici R.: nr. 12, p. 792—793
Radu I.I.: nr. 9, p. 540—541; 542—543
Rădulescu C.: nr. 5, p. 245—247; nr. 6, p. 349—350
Rădulescu Cr.: nr. 9, p. 542—543
Rădvan Şt.: nr. 12, p. 757—759
Rotaru C.: nr. 4, p. 193—197
Rusu E.: nr. 4, p. 172—174; nr. 6, p. 351—356

Sain S.: nr. 11, p. 686—688
Samoilă C.: nr. 8, p. 474—476
Sălcudean Martha: nr. 11, p. 706—708
Săvulescu P.: nr. 9, p 565—567
Schönberger Fr.: nr. 7, p. 417—422
Scorţea Cristina: nr. 8, p. 462—466
Segărceanu T.: nr. 5, p. 257—260; nr. 6, p. 329—334; nr. 8, p. 487—492; nr. 9, p. 549—552; p. 568—573
Singer M.: nr. 12, p. 766—770
Slăvoacă R.: nr. 5, p. 252—256
Sofronie M.: nr. 4, p. 198—203; nr. 7, p. 412—416
Sporea I.: nr. 1—2, p. 31—34; nr. 6, p. 315—318
Sloicoi A.: nr. 12, p. 780—785
Suciu I.: nr. 4, p. 179—182
Svetenco O.: nr. 9, p. 565—567
Szilágyi M.: nr. 10, p. 621—625
Szöcs Ecaterina: nr. 1—2, p. 45—47

Şerban P.: nr. 6, p. 349—350
Şontea S.: nr. 1—2, p. 27—30
Ştefănescu Cl.: nr. 9, p. 553—558
Ştefănescu D.M.: nr. 3, p. 124—127; nr. 7, p. 429—434; nr. 8, p. 501—505
Ştirbu Cornelia: nr. 4, p. 175—178

Teodoriu A.: nr. 11, p. 699—700
Toma O.: nr. 9, p. 574—576
Toma P.: nr. 11, p. 686—688
Trandafirescu M.: nr. 11, p. 709—712
Triandaf Angela: nr. 5, p. 261—264; nr. 8, p. 480—486
Tudoroiu E.: nr. 12, p. 780—785
Tutelea Aviga: nr. 6, p. 335—339

Ţibea V.: nr. 5, p. 261—264; nr. 8, p. 480—486
Ţocu P.: nr. 4, p. 167—171; nr. 5, p. 233—238; nr. 6, p. 309—311; nr. 7, p. 385—389; nr. 11, p. 701—705

Ungureanu T.: nr. 11, p. 686—688
Urseanu A.: nr. 3, p. 93—95

Vacniuc N.: nr. 1—2, p. 48—50
Vatavu M.: nr. 11, p. 681—682
Văiteanu D.: nr. 8, p. 467—470; nr. 12, p. 764—765
Velea T.: nr. 7, p. 397—401
Vidopol S.: nr. 10, p. 626—627
Vîrcolacu I.: nr. 1—2, p. 1—6; nr. 4, p. 161—166
Vlădescu M.: nr. 8, p. 460—461
Voicu Gh.: nr. 1—2, p. 61—64; nr. 7, p. 435—439; nr. 8, p. 506—510
Voicu Letiţia: nr. 4, p. 204—206
Vulcu V.: nr. 8, p. 474—476

Zubac V.: nr. 4, p. 183—186

Adăscăliței A., p. 760—763 CD 669.15 :621.785.52

L'établissement et le règlage du potentiel en carbone dans une atmosphère controlée du type endotherme lors de la cémentation de certains aciers alliés

On analyse quelques méthodes de travail de la pratique mondiale, des relations établies par différents chercheurs et cartaines données obtenues dans l'usine qui pourraient servir de base pour l'élaboration d'une méthode de travail.

Dans des conditions similaires d'atmosphères endothermes, de température et de durée, on soumet à la cémentation des éprouvettes identiques en acier au carbone de cémentation ayant des caractéristiques connues, ainsi que des aciers de cémentation contenant des éléments d'alliage.

Le rapport entre les profondeurs de cémentation obtenues pour les deux sortes d'aciers est un coefficient aproximativement égal au rapport entre les deux potentiels nécessaires pour la cémentation.

Văiteanu D. et *Gheorghe C.*, p. 764—765 CD 621 785.5.621.3.023

L'influence de la puissance spécifique sur les dimensions et sur la structure de la couche trempée superficiellement à l'aide des courants de haute fréquence

On présente les résultats expérimentaux obtenus sur des éprouvettes en acier de qualité, soumises au trempage superficiel par des courants de haute fréquence.

Les essais ont été efectués sur des éprouvettes en acier de qualité OLC 45, traitées thermiquement. Le trempage superficiel a été fait selon la méthode continue— progressive avec rotation, en milieu d'eau.

À la suite des expériences on est arrivé à la conclusion que parmi les paramètres qui influencent le trempage de la couche superficielle par des courants de haute fréquence on compte aussi la puissance spécifique, donc aussi l'énergie spécifique avec laquelle elle est étroitement reliée.

Singer M., p. 766—770 CD 621.867.2 :628.58

Le dépoussiérage des zones de transfert des transporteurs à bande

L'ouvrage présente une méthode de calcul pour la détermination du débit d'air nécessaire au dépoussiérage des zones de transfert des bandes transporteuses.

Les relations présentées tiennent compte des phénomènes d'induction et d'éclaboussement qui ont lieu dans les zones de transfert ; par les simplifications effectuées, ces relations peuvent être facilement utilisées à des fins pratiques.

On indique aussi l'aménagement des élements de liaison, des carcasses et des rigoles de coulée en vue d'obtenir un dépoussiérage efficient avec un débit d'air minime.

Moucha V.Al., p. 771—737 CD 669.334 :669.537

Le comportement électrochimique des ions de Mn^{2+} lors de l'extraction électrolytique du cuivre et du zinc en deux étapes, du bain de sulfate

Au cours du processus de lessivage à l'acide sulfurique, sous pression d'oxygène, de certains concentrés polymétalliques, se solubilisent, à part le cuivre, le zinc et d'autres métaux non-ferreux, des quantités appréciables de fer. Après que les ions de fer ont été séparés de la solution par oxydation avec du bioxyde de manganèse et précipitation avec du lait de chaux, dans la solution de sulfates de cuivre et de zinc il y aura aussi des ions de manganèse dont le comportement électrochimique au cours du processus d'extraction électrolytique de cuivre et du zinc, en deux étapes, est présenté dans cet ouvrage.

Les essais présentés ont été effectués en phase pilote, et on présente aussi les rendements de courant réalisés dans le cas de l'extraction électrolytique du cuivre, ainsi que dans le cas de l'extraction électrolytique du zinc ; on discute aussi sur les processus anodiques respectifs.

Daisa Adela, p. 774—779 CD 666.76

Recherches concernant le façonnage par moulage de certains produits réfractaires spéciaux

On présente les résultats des travaux de recherches et de laboratoire en vue de la réalisation des produits réfractaires par la technologie de moulage à partir des barbotines.

À l'aide de cette technologie on peut façonner des pièces compliquées à parois minces, pièces qui en grande majorité sont importées.

Les recettes établies peuvent être perfectionnées pour pouvoir servir aussi pour les produits réfractaires isolateurs qui travaillent dans des conditions spéciales (par exemple sous 1 % Fe_2O_3).

Firescu V., Stoicoi A.,
Iacob I. et *Tudoroiu E.*, p. 780—785 CD 662.764.2.074

Les possibilités d'épuration et de valorification des gaz bruts résultés du processus carbofluide

Prenant comme point de départ l'analyse des caractéristiques des gaz bruts, résultés du processus carbofluide, ainsi que des particularités que ces gaz présentent, on a étudié différents types constructifs de cyclones, en vue de la séparation à sec des produits contenus dans ce gaz ,ainsi que différents systèmes d'amplacement des cyclones, vérifiant les pertes de produit antrénés par ces derniers et les rendements obtenus. De cette analyse il résulte, comme système optimum, qui donne le plus grand rendement (97 %), le système à cyclones de construction type général (fig. 2), disposés en série, en deux, ou bien en plusieurs paliers, pourvus de soutes collectrices, d'un controleur de niveau et d'organes d'étanchage, individuels, conditionné par l'expérimentation du cyclone tête de série pour l'établissement des éléments nécessaire à l'élaboration des projets.

Ces expérimentations ont démontré la nécéssité de l'épuration humide simultanément à l'épuration à sec, dans le but de faire accroître l'efficience économique de cette technologie ainsi que pour éviter la polution de l'atmosphère.

Chițu Gh., p. 786—789 CD 669.141.247

Considérations concernant la réduction des consommations spécifiques dans la fabrication de l'acier électrique

Dans cet article on présente les résultats obtenus dans une aciérie électrique de la République Socialiste de Roumanie, concernant la réduction des consommations spécifiques, à la suite de l'application de certaines mesures techniques et d'organisation.

De même, on présente la structure du prix de revient, la participation des principaux matériaux au total du prix de revient, et on indique aussi d'autres mesures qui doivent être prises pour obtenir des résultats encore meilleurs.

Адэскэлицей А., р. 760—763 ДК 669.15:621.785.52

Установление и регулирование углеродного потенциала в контролируемой атмосфере эндотермического типа, при цементации некоторых легированных сталей.

В статье рассматриваются несколько методов работы существующих в мировой практике, математические зависимости, установленные различными исследователями и некоторые данные, полученные на заводе на основе которых можно разработать метод работы.

В аналогичных условиях эндотермических атмосфер, температуры и продолжительности, подвергаются цементации одинаковые образцы углеродистой цементуемой стали с известными характеристиками, а также цементуемые стали, содержащие легироующие элементы.

Соотношение между глубинами цементации, полученными для двух сталей, является коэффициентом примерно равным соотношению между двумя потенциалами, необходимыми для цементации.

Вэйтяну Д. и *Георге К.*, 764—765 ДК 621.785.5 : :621.3.023

Влияние удельной мощности на величину и структуру поверхностного закаленного слоя при помощи высокочастотных токов.

Приведены экспериментальные результаты, полученные на образцах качественной стали, подверженных поверхностной закалке при помощи высокочастотных токов.

Испытания проводились на термообработанных образцах качественной стали OLC 45. Поверхностная закалка производилась непрерывно-прогрессивным способом при вращений в водной среде.

В результате испытаний был сделан вывод, что среди параметров, влияющих на закалку поверхностного слоя при помощи высокочастотных токов, находится также удельная мощность, а следовательно и удельная энергия с которой она находится в тесной связи.

Зингер М., р. 766—770 ДК 621.867.2 :628.58

Обеспыливание перегрузочных зон ленточных конвейеров.

В статье приводится метод расчёта для определения расхода воздуха, необходимого для обеспыливания перегрузочных зон ленточных конвейеров.

Приведенные зависимости учитывают явления индукции и осыпания, происходящие в перегрузочных зонах, и в результате упрощений могут применяться легко для практических целей.

Показаны также устройства соединительных элементов, кожухов и желобов для получения эффективного обеспыливания при минимальном расходе воздуха.

Моуха В.А., р. 771—773 ДК 669.34 :669.537

Электрохимическое поведение ионов Mn^{2+} при электролитическом двухступенчатом извлечении меди и цинка из сульфатной ванны.

В процессе выщелачивания серной кислотой под давлением кислорода, отечественных полиметаллических концентратов, кроме меди, цинка и других цветных металлов, растворяется также значительное количество железа. После удаления из раствора ионов железа путем окисления двуокисью марганца и осаждения известковым молоком, в растворе сульфатов меди и цинка будут находиться также ионы марганца. В настоящей статье описывается электрохимическое поведение последних в процессе электролитического двухступенчатого извлечения меди и цинка.

Испытания проводились в экспериментальной установке. Приведены также достигнутые выходы по току для электролитического извлечения меди, а также и цинка. Рассматриваются и соответствующие анодные процессы.

Дайса Адела, р. 774—779 ДК 666.76

Исследования, касающиеся формования путем литья специальных огеупорных изделий.

Приведены результаты исследовательских и лабораторных работ по получению огнеупорных изделий путем литья из пасты.

При помощи указанной технологии можно формовать тонкостенные сложные изделия, которые в большинстве случаев доставляются из импорта.

Установленную рецептуру можно усовершенствовать и распространить на изоляционные огнеупорные изделия, работающие в специальных условиях (например менее 1 % Fe_2O_3).

Фиреску В., *Стойкой А.*, *Якоб И.* и *Тудорою Е.*, р. 780—785 ДК 662.764.2.074

Возможности очистки и использования сырых газов, получаемых в процессе карбофлюид.

Исходя из анализа характеристик сырых газов, получаемых в процессе карбофлюид и их особенностей, были изучены различные конструктивные типы циклонов для сухого отделения продуктов из этих газов и различные системы расположения циклонов при контроле потерь продуктов уносимых после циклонов, а также и полученных выходов. Из анализа следует, что оптимальной, при наибольшем выходе (97 %) является система циклонов конструкции общего типа (рис. 2), установленных последовательно, в две или более ступеней, предусмотренных приёмными бункерами, контролем уровня и индивидуальными уплотнительными деталями, при условии испытания головного циклона с целью определения элементов необходимых для проектирования.

Эти испытания показали кроме сухой очистки необходимость в мокрой очистке, для повышения экономической эффективности технологии и во избежание загрязнения атмосферы.

Кицу Г., р. 786—789 ДК 669.141.247

Соображения, касающиеся снижения удельных расходов при производстве электростали.

В статье приводятся результаты, полученные в одном из электросталеплавильных заводов СРР, по снижению удельных расходов в результате технических и организационных мероприятий.

Показаны также структура себестоимости, участие основных материалов в общей себестоимости и другие мероприятия при которых могут быть получены лучшие результаты.

Adăscăliței A., p. 760—763 DK 669.15 :621.785.52

Bestimmung und Regelung des Kohlenstoffpotentials in einer kontrollierten endothermischen Atmosphäre bei Zementierung von Legierstahl

Es werden einige Arbeitsmethoden aus der Weltpraxis, als auch mathematische Beziehungen — von verschiedenen Forschern festgestellt, und einige Betriebsdaten, auf deren Basis eine Arbeitsmethode entwickelt sein könnte, analysiert.

Unter ähnlichen Bedingungen was kontrollierte Atmosphäre, Temperatur und Dauer betrifft wurden identische Muster aus Kohlenstoffzementierstahl mit bekannten Kennziffern und aus legiertem Zementierstahl im Einsatz gehärtet.

Das Verhältnis zwischen den erhaltenen Zementiertiefen für die zwei Stahlsorten ist eine Zahl annähernd gleich mit dem Verhältnis zwischen deren Zementierungspotentialen.

Văiteanu D. und *Gheorghe C.*, p. 764—765 DK 621.785.5 :621.3.023

Einfluss der spezifischen Leistung auf die Stärke und das Gefüge der oberflächlich gehärteten Schicht durch HF-Induktion

Es werden die auf Qualitätsstahlmuster, oberflächlich gehärtet durch HF-Induktion, erzeugten Experimentalergebnisse vorgelegt.

Die Versuche wurden auf wärmebehandelten OLC 45 Qualitätsstahlproben durchgeführt. Die Oberflächenhärtung wurde in Wasser durch die kontinuierliche-stufenartige Drehmethode durchgeführt.

Als Folge der Untersuchungen wurde schlussgefolgert dass unter den Parametern die die Härtung der oberflächlichen Schicht durch HF-Strom beeinflussen sich auch die spezifische Leistung befindet, und als Folge auch die spezifische Energie die mit der vorigen in enger Beziehung steht.

Singer M., p. 766—770 DK 621.867.2 :628.58

Entstaubung der Übertragungszonen bei Bandförderern

Es wird eine Rechnungsmethode für Bestimmung der erforderlichen Luftmenge bei Entstaubung der Übertragungszonen von Bandförderern vorgelegt.

Die dargestellten Beziehungen berücksichtigen die Induktions- und Sprähphänomene die in den Übertragungszonen, stattfinden und, dank den eingetragenen Vereinfachungen, können ohne Schwierigkeiten für praktische Zwecke benutzt werden.

Einrichtung der Verbindungsstücke, der Gehäuse und Rinnen in Anbetracht der Erreichung einer wirksamen Entstaubung mit minimaler Luftmenge wird gleichfalls angezeigt.

Moucha V.Al., p. 771—773 DK 669.334 :669.537

Elektrochemisches Verhalten der Mn^{2+} Ionen bei elektrolytischer zweistufiger Gewinnung von Kupfer und Zink aus dem Sulfatbad

Im Vorgang der Laugung mit Schwefelsäure unter Sauerstoffdruck von inländischen polymetallischen Konzentraten werden, nebst Kupfer, Zink und anderen Nichteisenmetallen, auch erhebliche Eisenmengen ausgelaugt. Nach Entfernung aus der Lösung der Eisenionen durch Oxydierung mit Manganperoxyd und Fällung mit Kalklauge bleiben in der Kupfer- und Zinksulfatlösung auch Manganionen, deren elektrochemisches Verhalten im elektrolytischen zweistufigen Gewinnungsvorgang von Kupfer und Zink im Artikel vorgelegt wird.

Die dargestellten Versuche wurden auf Pilotstufe durchgeführt. Es werden gleichfalls die erreichten Stromleistungen für elektrolytische Gewinnung, sowohl von Kupfer als auch von Zink, vorgelegt; die entsprechenden anodischen Vorgänge werden analysiert.

Daisa Adela, p. 774—779 DK 666.76

Untersuchungen betreffs Ausformung durch Giessen von einigen speziellen Feuerfeststoffen

Es werden Ergebnisse von Erforschungen und Laboruntersuchungen zwecks Erzeugung von Feuerfeststoffen aus Schlickerguss vorgelegt.

Mittels dieser Technologie können dünnwändige komplizierte Stücke erzeugt werden, die sonst meistens importiert sein müssten.

Die festgestellten Rezepte können verbessert sein zwecks ihrer Anwendung für Isolierstoffe für spezielle Bedingungen (z. B. unter 1% Fe_2O_3).

Firescu V., Stoicoi A., Iacob I. und *Tudoroiu E.*, p. 780—785 DK 662.764.2.074

Möglichkeiten der Reinigung und Verwertung des aus dem „Carbofluid"-Vorgang stammenden Rohgases

Von der Analyse der Kennziffern des aus dem „Carbofluid"-Vorgang stammenden Rohgases und von dessen Eigentümlichkeiten ausgehend wurden sowohl verschiedene Zyklonbauarten für Trockenabscheidung der Abgasprodukte, als auch verschiedene Anordnungsweisen, mit Prüfung der abwärtsmitgenommenen Produktverlüste und der erhaltenen Leistungen, untersucht. Die Analyse hub hervor dass das optimale System, mit höchsten Leistungen (97%), dasjenige mit Zyklonen von üblichem Bau (Abb. 2), serienmässig angeordnet, mit zwei oder mehreren Arbeitsstufen, mit Sammelbunkern, Niveauprüfung und Einzeldichtungseinrichtungen war. Die Wahl der Optimallösung ist von der Prüfung des Serienanfangszyklons bedingt, zwecks Bestimmung der erforderlichen Projektierelemente.

Andere Untersuchungen haben die Notwendigkeit einer Feuchtreinigung, ausser der Trockenreinigung, zwecks Erhöhung der wirtschaftlichen Effizienz dieser Technologie und Vermeidung der Luftverunreinigung, hervorgehoben.

Chițu Gh., p. 786—789 DK 669.141.247

Betrachtungen betreffs Verminderung der spezifischen Verbräuche bei Elektrostahlerzeugung

Es werden die in einem rumänischen Elektrostahlwerk in der Richtung einer Verminderung der spezifischen Verbräuche infloge gewisser technischen und organisatorischen Massnahmen erhaltenen Ergebnisse vorgelegt.

Kostpreisstruktur, Teilnahme der Hauptmaterialien im Gesamtkostpreis und auch andere Massnahmen, die um noch immer bessere Ergebnisse zu erhalten getroffen werden müssen, werden gleichfalls vorgelegt.

Adăscăliței A., p. 760—763 DC 669.15 :621.785.52

Determining and control of carbon potential in an endothermal controlled atmosphere by case-hardening of alloy steel

The paper analyses several working methods of world-wide practice, mathematical relationships established by various scientists and obtained shop data, based on which a working method could be developed.

Identical samples of soft plain carbon steel with known characteristics and of soft alloy-steel are case-hardened under similar conditions as regards endothermal atmosphere, temperature and time.

The ratio between obtained hardened depth for the two steel brands is a coefficient approximatively equal to the ratio between the two case-hardening potentials.

Văiteanu D. and *Gheorghe C.*, p. 764—765 DC 621.785.5 :621.3.023

Influence of specific power upon depth and texture of hardened layer by means of high-frequency current

The paper presents experimental results, obtained on high-grade steel samples face-hardened by means of high-frequency current.

Tests were performed on heat-treated high-grade OLC 45 steel. Face-hardening was achieved in water by means of a continuous progressive rotary method.

Investigations led to the conclusion that, among parametra which influence face-hardening by means of high-frequency current, specific power has to be taken into considerations, hence also specific energy with which the former is closely related.

Singer M., p. 766—770 DC 621.867.2 :628.58

Dust removing in the transfer zone of belt conveyers

The paper presents a computing method for determining the necessary air-flow for dust removing in the transfer zones of conveyer belts.

Emphasized relationships take into account induction and splashing phenomena taking place in the transfer zones. Introduced simplifications allow to use easily these relations hips for practical purposes.

Set-up of linking elements, housings and gutters in view to obtain an efficient dust removing with a minimal airflow is also indicated.

Moucha V.Al., p. 771—773 DC 669.334 :669.537

Electrochemical behaviour of Mn^{2+} ions during electrolytic two-step extraction of copper and zinc out of sulphate bath

During leaching with sulphuric acid under oxygen pressure of some Romanian polymetallic concentrates, besides copper, zinc and other non-ferrous metalls, important amounts of iron are leached as well. After removal of iron iones from the solution by oxidation with manganese dioxide and precipitation with lime cream, the copper and zinc sulphate solution will contain also manganese ions, the electrochemical behaviour of which during the electrolytical two-step process of copper and zinc extraction is studied in the present paper.

Tests were performed on pilot stage and attained current yields for electrolytic extraction are also presented, both for copper and for zinc; the respective anodic processes are analysed.

Daisa Adela, p. 774—779 DC 666.76

Investigations regarding moulding by casting of some special refractory products

The paper presents results of investigations and laboratory tests performed in view to process refractory products by means of slip casting.

Using this technology thin-walled complex parts can be processed, which otherwise would have to be imported.

Developed reciepts will be improved in view to be used for insulators working under special conditions (e.g. under 1% Fe_2O_3).

Firescu V., Stoicoi A., Iacob I. and *Tudoroiu E.*, p. 780—785 DC 662.764.2.074

Possibilities of cleaning and processing raw gasses resulting from the „Carbofluid"-process

Starting from the analyse of characteristics of raw gases resulting in the „Carbofluid"-process and from the peculiarities the former present, various constructional types of cyclones for dry separation of products out of these gases were studied, as well as various locations of cyclones, losses due to downhill entrainment and obtained outputs being checked. The analyse emphasized that the optimal system, with the highest output (97%), was the serial system composed of standard cyclones (fig. 2), with two or more processing steps, recieving bins, level control and individual sealing means. Building is conditioned by tests performed upon the first cyclone out of the series, tests which allow to establish the necessary design elements.

These tests emphasized the need of a wet cleaning, besides the dry one, in view to increase the economic efficiency of this technology and to avoid atmospheric pollution.

Chițu Gh., p. 786—789 DC 669.141.247

Considerations regarding reduction of specific consumptions in electric steel-making

The paper presents results obtained in a Romanian electric steel plant as regards reduction of specific consumptions, reduction induced by various technical and organizational measures.

Structure of cost price and share of main materials in the overall cost price are also shown, with emphasis upon other measures to be taken in view to obtain even better results.

Guțu D. et *Gheocalescu I.*, p. 790—791 CD 669.715

L'optimisation économique de l'élaboration des alliages d'aluminium

Dans le cadre de l'Institut d'élaboration des projets et des recherches pour l'Industrie des Métaux Non-ferreux et Rares (I.M.N.R.) on a élaboré un programme pour le calcul avec le computer de l'institut concernant l'optimisation du coulage des charges de métaux non-ferreux.

Dans cet article on décrit sommairement les éléments technologiques, les données d'entrée, le schéma logique du calcul et les résultats escomptés.

Călugăru Gh. et *Rabinovici R.*, p. 792—793 CD 669.141.247 – 41

Contributions à la construction d'un magnétometre destiné à l'étude de la texture des tôles au silicium

On présente les modifications effectuées concernant un magnétomètre décrit dans la littérature [2] auquel on agrandit le couple maximum de mesure de neuf fois. À cet effet, on a construit un amplificateur combiné avec des tubes et des transistors, appareil qui fournit un grand courant de charge (400 mA).

RECENZII

Prof. Ia. E. Geguzin. PHYSIK DES SINTERNS (Fiziea sinterizării). VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 290 pag., 181 fig. și 7 tab.

Cartea pe care o recenzăm este tradusă după lucrarea cu același titlu a autorului, apărută în limba rusă și publicată în anul 1967 de către editura „Nauka" din Moscova.

În prefața la versiunea în limba germană autorul precizează că de la apariția cărții în limba rusă în anul 1967 pînă în prezent nu au apărut în domeniul fizicii de sinterizare cunoștințe esențiale noi care să conducă la modificarea reprezentării noastre, privind mecanismul și cinetica procesului de sinterizare. Dezvoltarea tehnicii de sinterizare în acești ani se caracterizează prin introducerea ideilor fizice în practica tehnologică, unde se aplică în măsură tot mai mare progresele din domeniul fizicii corpului solid, în special a fizicii privind sinterizarea. Deoarece problemele tehnologice se îndepărtează în măsură oarecare de problemele fizicii procesului de sinterizare, autorul a procedat în modul următor la pregătirea ediției în limba germană:

În primul rînd a rectificat și îmbunătățit unele părți din textul rusesc cu scopul de a le face mai explicite și a reda lucrări noi care lărgesc și precizează noțiunile și ideile existente. În afară de aceasta, a lărgit în consecință bibliografia prin adăugarea unor publicații care, cu toate că nu sînt discutate detaliat în textul lucrării, pot să prezinte totuși un anumit interes pentru cititor.

În tratamentele termice cunoscute sub denumirea de sinterizare au loc procese în urma cărora spațiile goale dintr-o masă poroasă pulverulentă sînt umplute cu material, iar proprietățile masei sinterizate se modifică în comparație cu cele ale materialului compact. Natura transportului de material, a cărui forță de activare trebuie căutată în tendința spre micșorarea energiei libere a sistemului, depinde atît de felul și constituția materialului supus sinterizării, cît și de influența factorilor externi.

Conform prezentării făcute de specialiștii care au prelucrat traducerea în limba germană, autorul prezintă un tablou cuprinzător al acestor dependențe într-o tratare temeinică și sistematizată. El a reușit în mare măsură să clarifice în lucrarea sa influența antecedentelor sau a „preistoriei" unei pulberi — obținerea pulberii, formarea ei — asupra comportării la compactarea prin sinterizare, precum și relația ce există între aspectele tehnice mai importante și procesul de sinterizare.

În capitolul 1, de introducere, se prezintă observații generale și unele proprietăți fizico — chimice ale corpurilor solide în legătură cu dispersitatea lor.

Conținutul capitolelor următoare este rezumat în titlurile următoare: Cap. 2 — Fluajul corpurilor cristaline la temperaturi ridicate; Cap. 3 — Cosinterizarea corpurilor solide de același fel; Cap. 4 — Sinterizarea corpurilor de diferite feluri; Cap. 5 — Porul izolat în corpul solid; Cap. 6 — Sinterizarea porilor izolați; Cap. 7 — Ansamblul porilor într-un corp cristalin real; Cap. 8 — Sinterizarea pieselor monocomponente din pulbere presată; Cap. 9 — Influența presiunii asupra îndesirii unui corp poros la temperaturi ridicate (presarea la cald); Cap. 10 — Sinterizarea pieselor presate bicomponente.

La sfîrșitul fiecărui capitol se dă o bibliografie bogată. Pe ansamblul capitolelor pozițiile bibliografice însumează peste 450 surse de documentare.

Cartea se încheie cu un index alfabetic al termenilor tehnici de specialitate.

Recomandarea elogioasă a acestei lucrări, făcută de specialiștii germani, se bazează pe prestigiul internațional și personalitatea științifică marcantă a autorului, precum și pe nivelul ridicat al tehnicii de sinterizare și pe dezvoltarea bazelor ei în Uniunea Sovietică.

Cartea, tipărită în excelentă condiție grafică, se recomandă ca un ajutor prețios inginerilor și fizicienilor care activează în domeniul tehnicii de sinterizare și a bazelor ei de dezvoltare, precum și acelora a căror preocupare se extinde, în general, asupra proceselor care se desfășoară în sistemele disperse la temperaturi ridicate.

Ing. I. Franțiu

Гуцу Д. и *Геокалеску И.*, p. 790—791 ДК 669.715

Экономическая оптимизация выплавки алюминиевых сплавов.

В научно-исследовательском и проектном институте цветных и редких металлов (ИМНР) была разработана вычислительная программа на ЭВМ для оптимизации разливки плавок цветных металлов.

В статье описаны в кратком виде элементы технологии, входные данные, логическая схема вычисления и ожидаемые результаты.

Кэлугэру Г. и *Рабинович Р.*, p. 792—793 ДК 669.141.247-41

Вклад в конструкцию магнитометра для изучения текстуры кремнистых листов.

Показаны изменения, выполненные в магнитометре, описанном в литературе (2), в котором увеличена максимальная измерительная пара в девать раз. Для этого был создан усилитель комбинированный с лампами и транзисторами, дающий сильный зарядный ток (400 ма).

RECENZII

Prof. dr. sc. techn. H. Blumenauer şi dr. ing. G. Pusch. BRUCHMECHANIK (Mecanica procesului de rupere). VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1973, 138 pag., 105 fig. şi 20 tab.

Valorificarea completă a caracteristicilor mecanice ale materialelor în construcţii este o premisă importantă pentru utilizarea lor economică şi reducerea consumului specific de material. În acest scop este însă necesar ca proprietăţile şi caracteristicile materialului să fie determinate cît mai corespunzător cerinţelor, prin aplicarea procedeelor de verificare ce redau veridic comportarea materialului la solicitările la care este expus în practica exploatării. Cunoaşterea acestor caracteristici stă la baza dimensionării corecte a construcţiilor, în vederea realizării unei fiabilităţi şi unei siguranţe satisfăcătoare.

Cu toate eforturile depuse pînă în prezent pentru îmbunătăţirea capacităţii de rezoluţie a încercării materialelor, stadiul atins în prezent nu este mulţumitor, fapt confirmat de altfel de accidentele care se produc tot mereu.

Între cauzele posibile de cedare a construcţiilor solicitate mecanic, ruperea ocupă primul loc, deoarece pe lîngă pagube considerabile sînt adesea în joc şi vieţi omeneşti. Aceste împrejurări au condus în ultimele decenii la o intensificare considerabilă a cercetărilor privind ruperea. Se pot deosebi două căi urmate. În primul rînd s-a creat o teorie fizică a proceselor de rupere ca o bază pentru obţinerea unor materiale cu rezistenţă mai ridicată la rupere şi, în al doilea rînd, s-a procedat la dezvoltarea unor metode de verificare şi de încercare, precum şi la stabilirea unor caracteristici sau indicatori care să conducă la o dimensionare sigură contra ruperii şi la un control eficient al pieselor de construcţie.

O modificare fundamentală în această problematică a intervenit abia în decada a şasea a secolului nostru, datorită dezvoltării luate de mecanica procesului de rupere. Acest principiu nou de verificare şi dimensionare presupune că fiecare parte de construcţie conţine puncte în care apar concentrări de tensiuni prin forma de proiectare sau prin tehnica de execuţie. Acestea apar sub formă de crestături sau fisuri. Chiar dacă acestea n-ar exista, se poate întîmpla ca în urma solicitărilor mecanice sau de coroziune să apară fisuri incipiente. La fel, şi neomogenităţile materialului, cum sînt microretasurile, segregaţiile, variaţiile locale de structură în cordoanele de sudură ş.a. sînt privite în acest context ca „crestături metalurgice".

Lărgirea acestor defecte sau locuri slabe pînă la apariţia unei fisuri macroscopice este cauza determinantă care provoacă ruperea.

Scopul final al mecanicii procesului de rupere este determinarea unor caracteristici şi indicatori, care permit obţinerea de indicaţii cantitative privind capacitatea unui material de a rezista la apariţia şi dezvoltarea fisurilor sub influenţa condiţiilor practice ale solicitării şi, prin aceasta, contribuie la alegerea materialului adecvat, la dimensionarea corectă a construcţiilor şi la stabilirea duratei de serviciu a construcţiilor şi a părţilor lor componente supuse pericolului de a se rupe.

Prin legarea aspectelor microstructurale ale proceselor de rupere cu principiile de continuitate din teoria elasticităţii a devenit posibilă descrierea unitară şi cantitativă a comportării la rupere a materialelor tehnice şi, prin aceasta, introducerea şi utilizarea unor criterii de rupere corect adaptate la solicitările ce intervin în practică.

Cu toate că aplicarea mecanicii procesului de rupere este abia la începutul ei, se pot da numeroase exemple privind promovarea economiei de materiale, precum şi pentru mărirea gradului de siguranţă şi a duratei de serviciu a construcţiilor şi a părţilor care le compun.

Mecanica procesului de rupere nu poate înlocui metodele de calcul şi de verificare introduse în practică; ea reprezintă însă o completare valoroasă şi în multe cazuri indispensabilă. Este de aşteptat ca prin aceasta să se ajungă la o colaborare mai strînsă a inginerilor proiectanţi, tehnologi, constructori şi de aprovizionare sau utilizare a materialelor în ceea ce priveşte producerea, alegerea materialelor şi dimensionarea lor.

Broşura pe care o recenzăm este destinată să introducă pe cititor în bazele teoretice, să prezinte metodele de verificare şi domeniilor de aplicare a mecanicii procesului de rupere. Conţinutul este grupat în felul următor pe capitole: Introducere; Fenomenele de rupere în materialele tehnice; Metodele convenţionale de verificare a rezistenţei la rupere; Bazele mecanicii procesului de rupere; Metodele pentru determinarea tenacităţii la rupere şi a propagării fisurilor; Tenacitatea la rupere a materialelor tehnice; Aplicarea mecanicii procesului de rupere; Perspective; Prezentarea simbolurilor importante ale mecanicii procesului de rupere.

Bibliografia conţine 205 poziţii de documentare detaliată asupra problemelor de specialitate.

Figurile numeroase pe care le conţine lucrarea reprezintă, cu excepţia cîtorva fotoreproduceri, diagrame şi scheme explicative foarte utile pentru completarea pertinentă a textului scris şi expunerea clară a problemelor tratate.

Lucrarea se adresează atît inginerilor din activitatea practică, cît şi cadrelor didactice şi studenţilor din institutele tehnice, în special de metalurgie şi construcţii de maşini. Ea este utilă de asemenea personalului ocupat cu cercetări fundamentale în domeniul fizicii corpului solid.

Ing. I. Franţiu

Gufu D. und *Gheocalescu I.*, p. 790—791 DK 669.715

Wirtschaftliche Optimierung der Erzeugung von Aluminiumlegierungen

Im Rahmen des Instituts für Projektierung und Erforschung der Nichteisen- und Seltenmetalle (I.M.N.R.) wurde ein Berechnungsprogramm — auf einem Computer der Eigenausrüstung durchgeführt — betreffs Optimierung des Gusses von Nichteisenmetallbeschickungen entwickelt.

Die technologischen Elemente, die Ausgangsdaten, das Flowchart der Berechnung und die erwarteten Ergebnisse werden, zusammenfassend, gleichfalls beschrieben.

Călugăru Gh. und *Rabinovici R.*, p. 792—793 DK 669.141.247 – 4

Beiträge zu dem Bau eines Magnetometers für Erforschung des Gefüges von Siliziumblech

Es werden die eingebrachten Änderungen eines in der Fachliteratur beschriebenen Magnetometers [2] vorgelegt, dem das maximale Messmoment neun Mal vergrössert wurde. Für diesen Zweck wurde ein kombinierter Verstärker mit Röhren und Transistoren gebaut, der einen hohen Belastungsstrom (400 mA) leistet.

CĂRȚI INTRATE ÎN BIBLIOTECILE R.S.R.

SERIA METALURGIE

CZ 622.34

Le marché mondial du Minerai de fer (Piața mondială a minereului de fier)
New-York, Nations Unies, 1968, 356 p.

Biblioteca Institutului de cercetări economice al Academiei R.S. România

CZ 622.34

Mirovoi rînok jeleznoi rudî
(Piața mondială a minereurilor de fier)
New-York, Organizația Obedinennîh Naților, 1968, 371 pag.

Bibl. Institutului de cercetări economice al Academiei R.S. România

CZ 622. 34

Tiuftin E.P.
Promîvka ghidrometallurghiceskih pulp. Teoriia, praktika i metodî rasceta
(Spălarea pulberilor hidrometalurgice. Teorie, practică și metode de calcul)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1970, 224 pag.

Bibl. Institutului politehnic — București

CZ 662. 741

Franck H.G., Collin G.
Steinkohlenteer, Chemie, Technologie und Verwendung
(Gudron de huilă. Chimie, tehnologie și utilizare)
Berlin, Heidelberg, New-York, Springer Verlag, 1968, 245 pag.

Biblioteca C.D.P.T.
I.C.E.M.

CZ 622. 741

Laison R.ș.a.
Le coke. Principes de la fabrication. Recherche de la qualité (Cocsul. Principiile fabricării. Cercetări privind calitatea)
Paris, Ed. Dunod, 1970, 566 pag. (3818)

Biblioteca C.D.P.T.
IPROMET

CZ 622. 741

Metallurghiia i koksohimiia. Metalurghiia ciuguna (Metalurgia și cocsochimia. Metalurgia fontei)
Kiev, Izd. Tehnika, 1970, 97 pag.

Biblioteca I.D.T.

CZ 622. 741

Probleme der Erzeugung und Untersuchung von Steinkohlen- und Elektrodenkoks (Problemele fabricării și cercetării cocsului de huilă și de electrozi)
Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1968, 92 pag. (3887)

Biblioteca C.D.P.T.
IPROMET.

CZ 669. 162

Mangelsdorf J., Drodowsky M.
Zusatzbrennstoffe in Hochöfen
(Combustibili de adaos în furnale)
Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1969, 83 pag. (3896)

Biblioteca C.D.P.T
C.S.H.

CZ 669. 162

Mesure du coefficient α d'activité du laitier granulé du haut fourneau. Mode operatoire aT.L — 1
(Calculul coeficientului α de activitate a zgurei granulate în furnale)
Paris, Ed. Dunod, 1970, 20 pag.

Biblioteca Institutului politehnic — București

CZ 669.162

Metallurghiia i koksohimiia. 19. Metallurghiia ciuguna (Metalurgia și cocsochimia. Metalurgia fontei)
Kiev, Izd. Tehnika, 1970, 104 pag.

Biblioteca Institutului politehnic — București

CZ 669. 14

Bain E.C., Paxton H.W.
Les élémente d'addition dans l'acier
(Elementele de adaos în oțel)
Paris, Ed. Dunod, 1968, 270 pag.

Biblioteca C.D.P.T.
ICEM
I.S.C.T.
C.S.H.
Uz. autoturisme — Pitești
C.S.R.

CZ 669.14

Ceaevski M.I. și Satinski V.F.
Povîșenie rabotosposohnosti stalei v agressivnîh sredah pri țikliceskom nagrujenii (Creșterea randamentului oțelurilor în medii agresive cu încărcături ciclice)
Kiev. Izd. Naukova Dumka, 1970, 312 pag.

Biblioteca Institutului politehnic — București

CZ 669.14

Galkin M.F. ș.a.
Kiberneticeskie metody analiza elektroplavki stali
(Metode cibernetice de analiză a elaborării electrice a oțelului)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1971, 304 pag.

Biblioteca centrală de stat

CZ 669. 14

Glinkov M.A.
Teplovaia rabota staleplavilnîh vann. (Regimul termic al băilor de elaborare a oțelului)
Moscova, Izd. Metallurghiia, 1970, 408 pag.

Biblioteca centrală de stat

Guțu D. and *Gheocalescu I.*, p. 790—791 DC 669.715

Economic optimation of aluminium-alloy making

In the frame of the Design and Investigation Institute for the Industry of Nonferrous and Rare Metals (I.M.N.R.) a programme was developed for processing, on a computer owned by the institute, of data regarding optimation of nonferrous casting charges.

The paper describes, briefly, technological elements, input data, flow chart and expected results.

Călugăru Gh. and *Rabinovici R.*, p. 792—793 DC 669.141.247 —41

Contributions to the building of a magnetometer for studies of silicon sheet texture

The paper presents changes brought upon a magnetometer described in literature [2] in which the maximal measuring torque was increased nine times. In this view a combined amplifier giving a high load current (400 mA) was built with tubes and transistors.

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

Lista cuptoarelor cu arc Tagliaferri date în exploatare în anul 1971

Societăți și oțelării	Capacitate, t	Putere, kVA
Italia		
Acciaierie AFIM, Nave (Brescia)	50	24 000
Ferriere F.Mi Busseni, Nave (Brescia)	35	14 500
Sideral, Sari Zeno Naviglio (Brescia)	60	30 000
Fonderie di Chiari, Chiari (Brescia)	30	12 000
Acciaierie e Ferriere, Lucchini	30	12 000
Sarezza (Brescia)	30	12 000
Feralpi, Lonato (Brescia)	30	12 000
Metallurgica Luciano Rumi, Bergamo	60	36 000
R. F. Germania		
Maselstahlwerk, Trier	30	12 000
Elveția		
Monteforno, Bodio	60	36 000

Din rîndul caracteristicilor principale ale acestor cuptoare de înaltă productivitate pot fi menționate următoarele :

— circuit secundar triangulat cu cabluri răcite ;

— reglarea electrohidraulică cu mare rapiditate a răspunsului ;

— transformator cu comutare sub sarcină.

Mai multe din aceste cuptoare au fost realizate pentru a permite instalarea unui programator.

(*Journal du Four Electrique, Franța nr. 10, 1972, p. 284*)

★

Convertizorul LD de la oțelăriile Röchling-Burbach în funcțiune. Oțelăriile Röchling-Burbach Gmb H (R.F.G.) au dat în funcțiune la 13 noiembrie 1972 primul convertizor LD—Ac de 100 t, dotat cu o instalație de desprăfuire foarte modernă. Punerea în exploatare a acestei noi instalații, avînd o capacitate anuală de 1 mil. t oțel, va permite oprirea unei părți din convertizoarele Thomas. Acestea din urmă nu pot fi decît cu greu desprăfuite.

Cîteva precizări de ordin tehnic privind noul convertizor : înălțime 8 m, diametrul mediu 6 m, greutatea, inclusiv căptușeala refractară 450 t. Randament : 100 t oțel la șarjă.

Un convertizor de schimb este instalat în apropiere. Pentru prima oară în R. F. Germania o oțelărie este dotată cu două convertizoare destinate a funcționa alternativ, ceea ce va permite asigurarea unei producții continue.

Construcția a fost realizată într-un timp record deoarece șantierul a fost deschis în martie 1971. Șarpantele din oțel reprezintă 4 000 t. O șarjă de convertizor durează 40 min. Durata insuflării : 12—15 min cu un consum de 6 000 m^3 oxigen la șarjă. Consumul de electricitate : 1 000 kW/h. Consumul de apă: 1 500 m^3/h integral recirculată.

Instalația de desprăfuire și de recirculare a apei

Gazele care ies din convertizor au o temperatură de 1 600—1 700°C, sînt răcite mai întîi la 1 100°C, iar apoi trec la un spălător Venturi cu apă recirculată. La ieșire aceste gaze au o temperatură de circa 70°C. Epurarea particulelor fine se face într-un filtru electric vertical. Particulele fine încărcate electric se depun pe electrozi, în așa fel încît la ieșirea din coșul înalt de 75 m, gazele nu conțin decît 100 mg/m^3 praf. Oxidul de carbon este ars în partea de sus a coșului.

Apa ce servește la desprăfuire este și ea recirculată după trecerea prin bazinele de decantare. În ceea ce privește reziduurile ce se prezintă sub formă de noroi, ele sînt amestecate și aglomerate cu cocs și prafuri diverse pentru a fi reutilizate în calitate de combustibil la furnale.

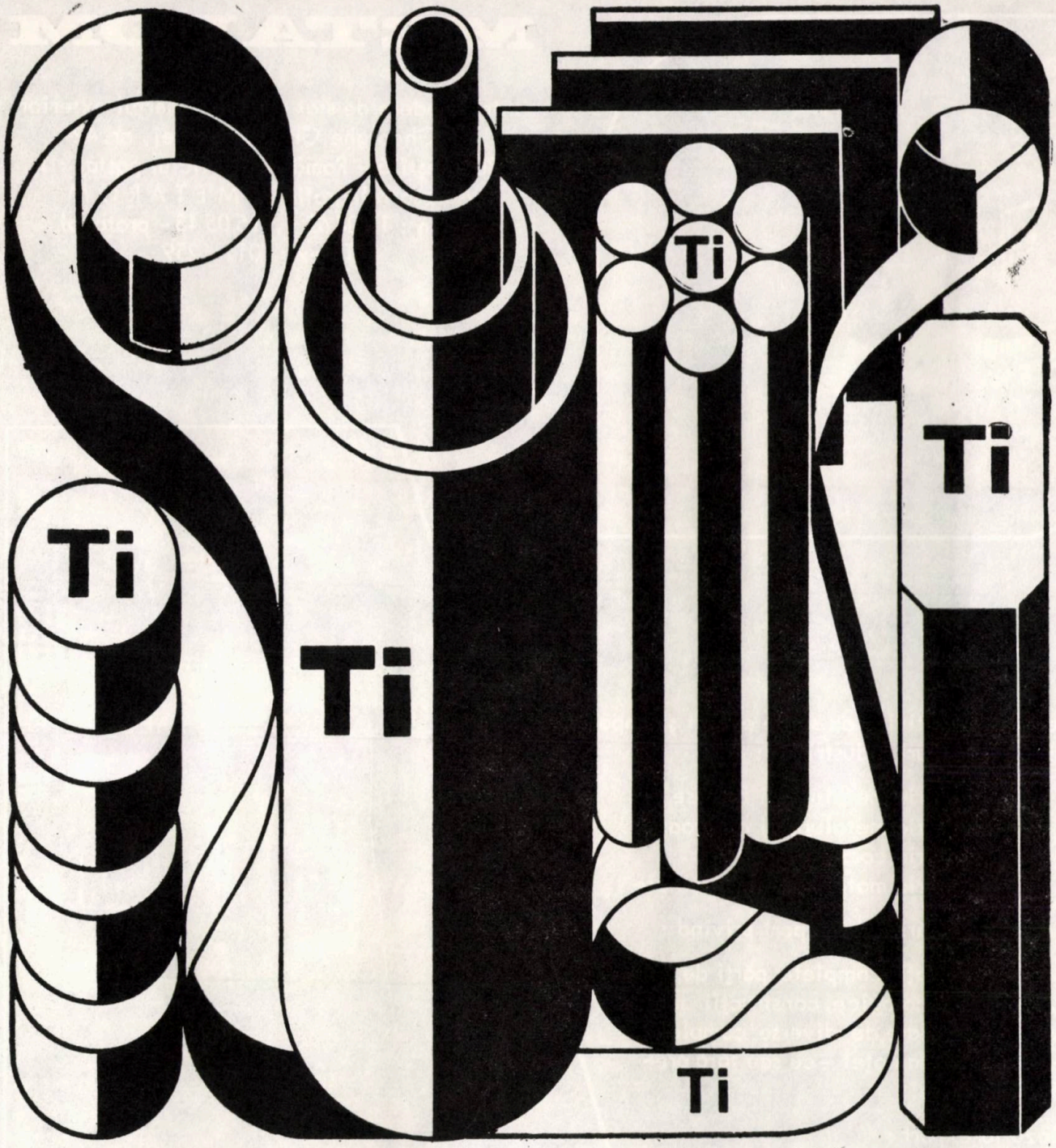
(*L'Usine Nouvelle, Franța, nr. 50, 1972, p. 118*)

★

Cuptor cu vid dublu pentru recoacere albă. Societatea vest-germană Herdieckhoff a livrat unei foarte importante trăgătorii franceze cea mai mare instalație de recoacere sub dublu vid construită pînă în prezent. Avînd un diametru util de 3,5 m și o înălțime utilă de 2 m, această instalație poate trata șarje de 30 t sîrmă. Carcasa cuptorului are o greutate de 10 t și se prezintă sub forma unui clopot de 5,2 m diametru și 5 m înălțime.

Acest cuptor este în curs de montaj și va fi utilizat în special la recoacerea sub vid a sîrmei trefilate destinate matrițării la rece. Încălzirea este asigurată de 16 arzătoare cu tub radiant de 3,5 m lungime, care asigură o ridicare a temperaturii pînă la 1 000 C. Obiectivul este de a obține o sîrmă complet lipsită de orice decarburare superficială.

(*L'Usine Nouvelle, Franța, nr. 43, 1972, p. 157*)



Exportator :

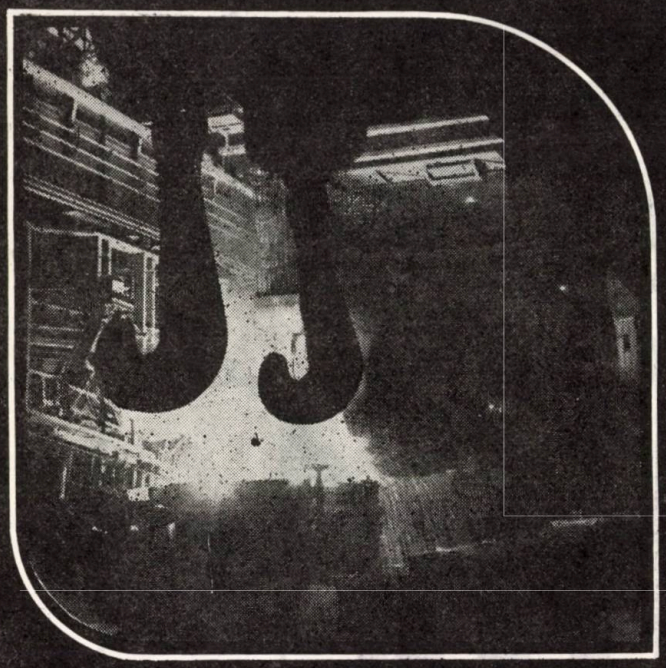
V/K "TECHSNABEXPORT"
Moscova G–2–, U.R.S.S.
Telefon 244–32–85
244–77–27
Telex 7239.

V/K „TECHSNABEXPORT"

exportă un larg sortiment de produse de titan :
tuburi, fire, table, benzi, folii subțiri, bare, brame, lingouri
și alte articole din titan.

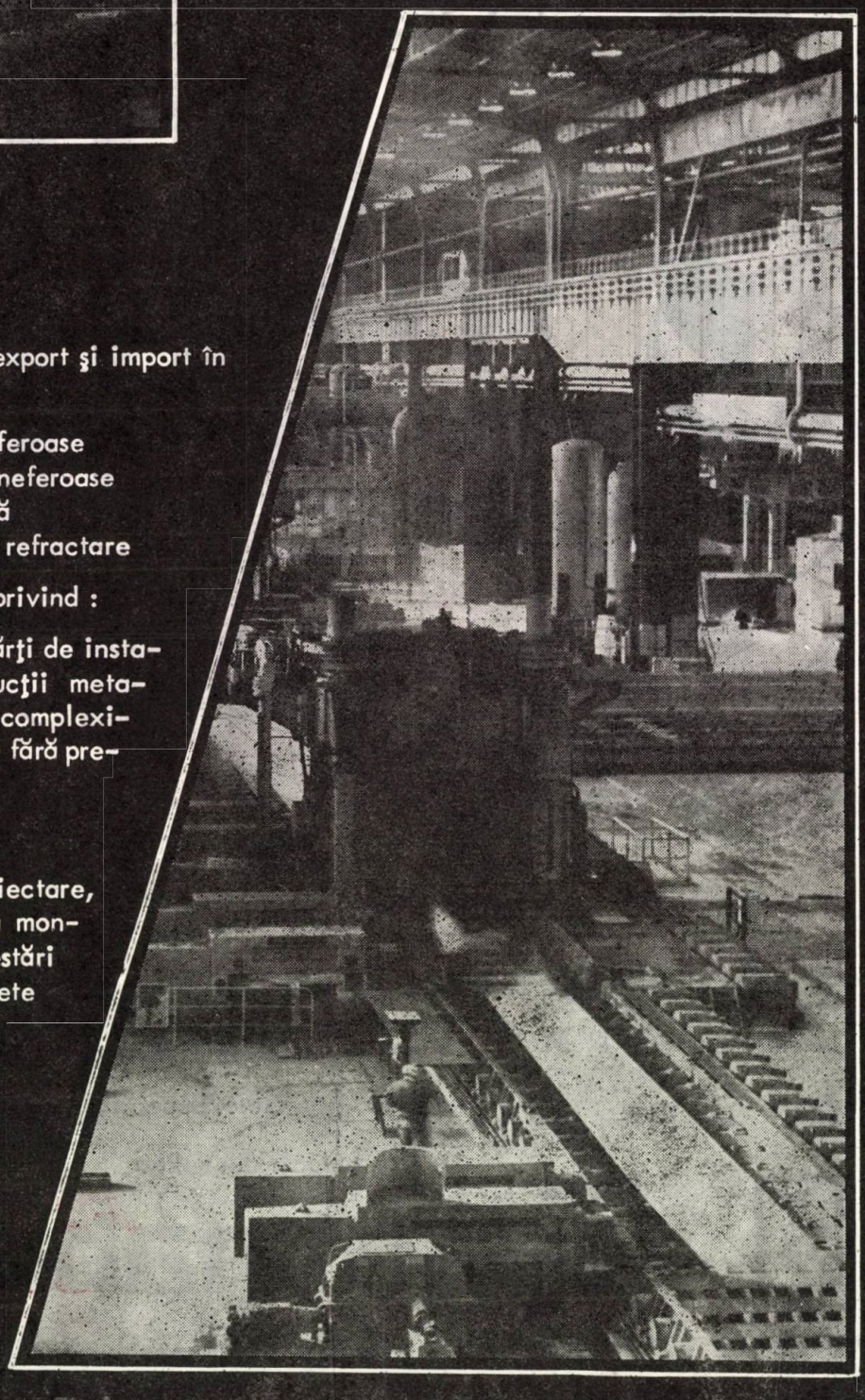
Techsnabexport

PUBLICOM



METAROM

Intreprindere de stat pentru comerţul exterior
Bd. Gheorghe Gheorghiu-Dej, nr. 42
Bucureşti 6 - România - Oficiul postal : 1
Adresa telegrafică : M E T A R O M
Telefon : 15 04 65 , 15 05 43 - protocol
Telex : 011 / 259



Îşi desfăşoară activitatea sa de export şi import în următoarele ramuri industriale :

- industria metalurgiei feroase
- industria metalurgiei neferoase
- industria cocsochimică
- industria materialelor refractare

Participă la livrările de export privind :

- instalaţii complete, părţi de instalaţii, utilaje tehnologice, construcţii metalice şi piese turnate de diverse complexităţi - din fontă sau oţel - cu sau fără prelucrări mecanice.

Livrează la export :

- lucrări de cercetare, proiectare, engineering, asistenţă tehnică la montaj şi punere în funcţiune , prestări de servicii, licenţiere de brevete româneşti etc.

CEREȚI !

PROSPECTUL PUBLICAȚIILOR, LUCRĂRILOR DOCUMENTARE ȘI SERVICIILOR

C.D.P.T.-M.I.M.

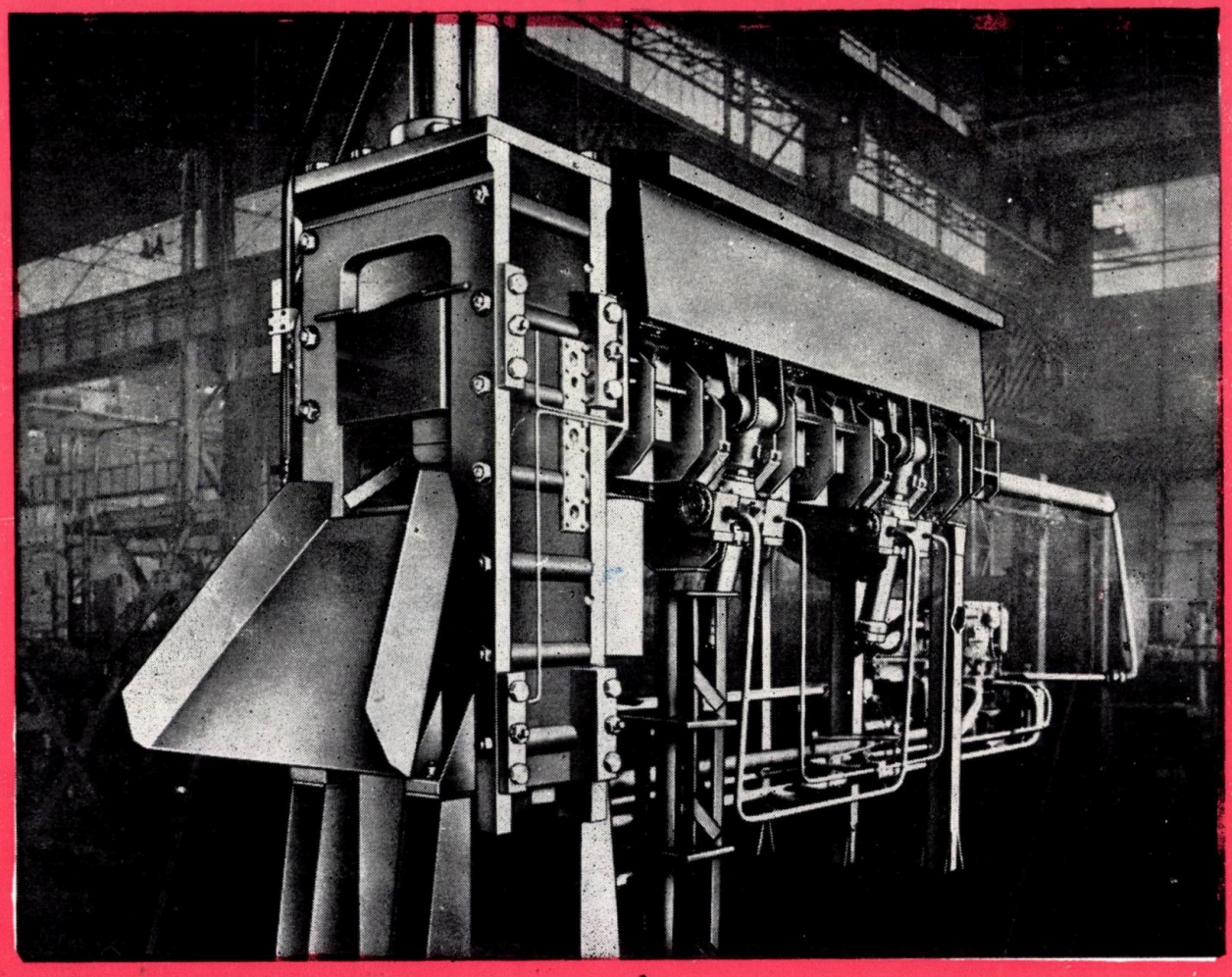
vă prezintă

PROSPECTUL PUBLICAȚIILOR LUCRĂRILOR DOCUMENTARE ȘI SERVICIILOR PE ANUL '74

PE ANUL 1974

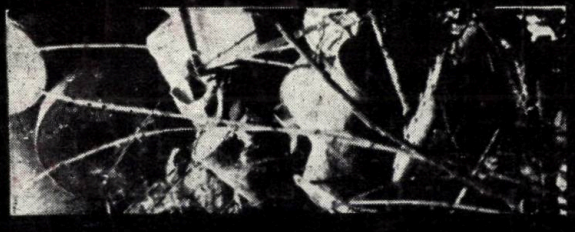
CENTRUL DE DOCUMENTARE SI PUBLICATII TEHNICE
Cont virament 30.05.01.00 B.N.R.S.R. Filiala Sector 1

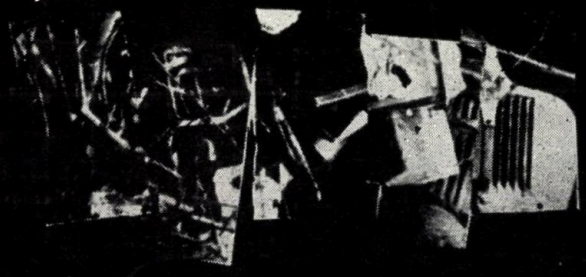
București, Str. Academiei Nr. 7
Tel. : 13.09.25; 13.02.28



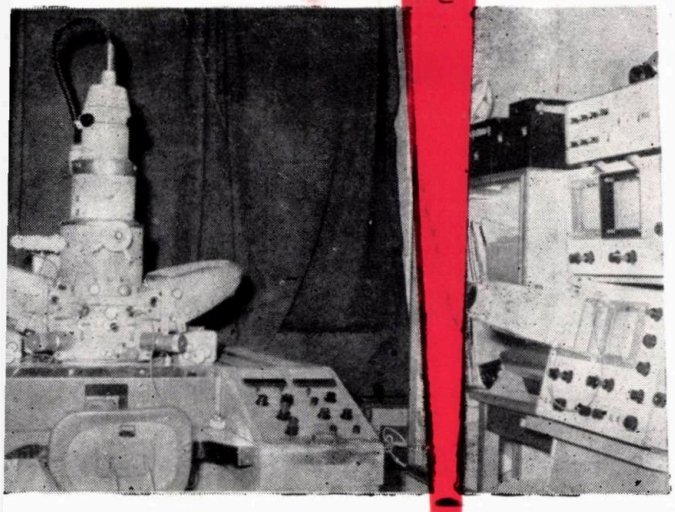
centrala de prelucrarea și colectarea deșeurilor metalice bucurești

Prin prelucrarea metalelor vechi (tăierea mecanică a tuturor deşeurilor feroase accesibile acestei operaţii) se ajunge la dublarea greutăţilor volumetrice şi reducerea timpului de încărcare în cuptoare





STITUTE FOR METALLURGICAL RESEARCH



The Institute concludes agreements for scientific research into the following fields: iron and steel elaboration, casting, plastic deformation and thermic processing, steel rational use, non-ferrous metal alloys corrosion, powder metallurgy, coke, semi-coke, refractories, metallurgical thermo- technics, mathematical and economical investigation for metallurgy, etc.:

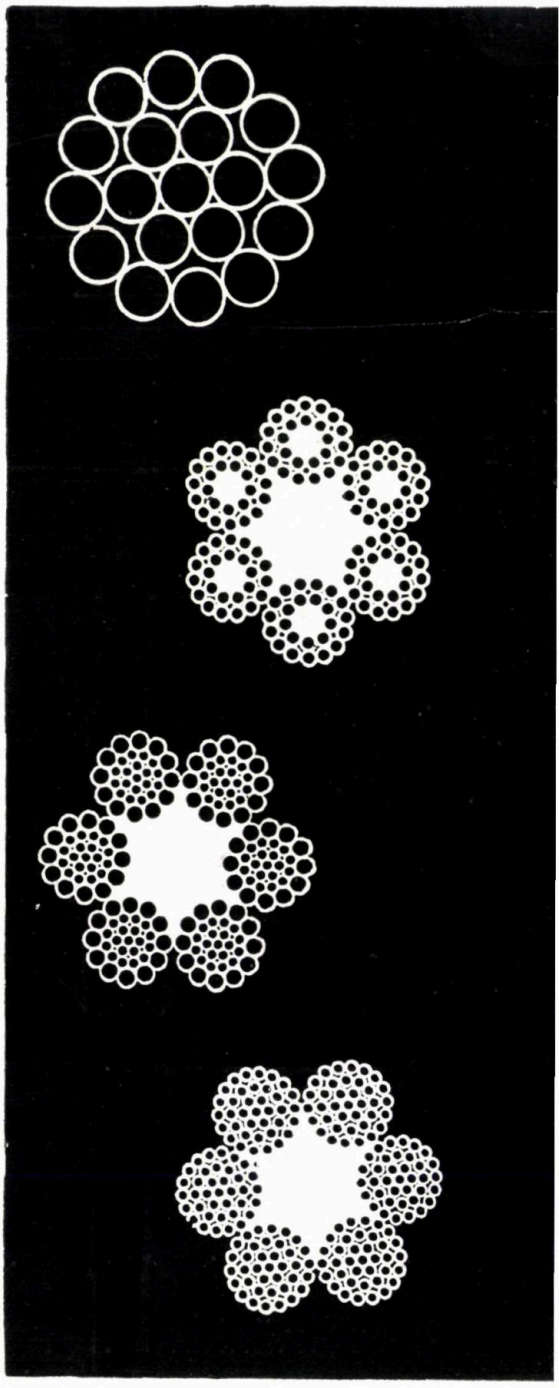
- optical and electronical metallografic works;
- research using electronic microanalyser;
- processing works in electric furnace and salt bath;
- forging and rolling for various products;
- physical and mechanical testing;
- chemical analysis;
- metal gaz analysis (oxygen, hydrogen and nitrogen);
- various expert appraisements.

The Institute can also deliver different products resulting from pilot plant: steels, non-ferrous alloys, metallic powders, etc.

ICEM

Str. Mehadia nr. 39 Bucureşti 17 Telephone 49.33.80 Telex 369 RUMANIA

fluxuri de sudură topite



- FSM – 37
  cu conţinut ridicat de siliciu şi mangan destinat sudării oţelurilor nealiate şi aliate cu mangan şi siliciu
- FSM – 37 B
  cu conţinut ridicat de siliciu şi mangan, destinat sudării oţelurilor nealiate şi aliate cu mangan şi siliciu. Se recomandă pentru sudarea construcţiilor de mare responsabilitate.
  Avizat de Bureau Veritas, Registrul Naval Sovietic şi Registrul Naval Român.
- FSM – 20
  cu conţinut ridicat de siliciu şi conţinut mediu de mangan, destinat sudării oţelurilor nealiate sau aliate cu mangan.
  Poate fi utilizat la viteze ridicate de de sudare.
- FB – 10
  flux bazic, destinat în principal sudării oţelurilor de înaltă rezistenţă.

„INDUSTRIA

CABLURI DE TRACȚIUNE

ø 2 – 50 mm

- Cabluri construcție simplă STAS 1513 – 66
- Cabluri compuse duble STAS 1353 – 66
- Cabluri duble construcție combinată STAS 1689 – 69
- Cabluri compuse duble flexibile STAS 1553 – 66

electrozi de sudură

ELECTROZI superiori pentru sudare cu arc electric, cu proprietăți tehnologice deosebite

EL 51 T EXTRA, cu calități tehnologice excepționale, poate fi utilizat la sudarea în toate pozițiile fiind recomandat și pentru sudarea în poziție verticală descendentă și pentru pozițiile de montaj dificil
Avizat de: Bureau Veritas, Registrul Naval Sovietic și Registrul Naval Român

EL 48 T FAVORIT, recomandat pentru realizarea îmbinărilor de mare responsabilitate solicitate dinamic și supuse la controlul cu raze X. Avizat de Bureau Veritas, Registrul Naval Sovietic și Regis- Naval Român

EL 51 BFe SUPERNAVAL
Electrod bazic, cu randament mare, dă îmbinări cu conținut redus de hidrogen, rezistente la fisurație
Avizat de: Bureau Veritas și Registrul Naval Român

INDUSTRIA SIRMEI-Cîmpia Turzii oferă și alte tipuri de electrozi titanici și bazici, precum și electrozi pentru sudarea oțelurilor termorezistente și electrozi pentru încărcarea cu metal cu proprietăți speciale

SÎRMEI"

CÎMPIA TURZII

Str. Laminoriștilor Nr. 145, Jud. Cluj
Telefon: 214 – 219, Telex: 031241

Ductil
BUZAU

ÎNTREPRINDEREA DE SÎRMĂ ŞI PRODUSE DIN SÎRMĂ BUZĂU

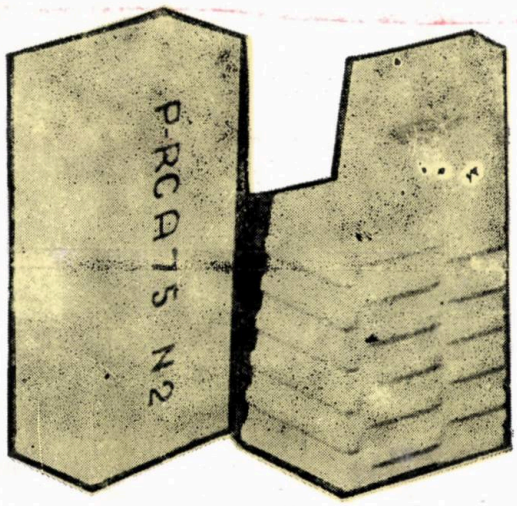
Exigenţele impuse în realizarea îmbinărilor sudate le puteţi respecta utilizînd electrozii de sudură marca DUCTIL produşi de **Întreprinderea de sîrmă şi produse din sîrmă** — Buzău

Întreprinderea de sîrmă şi produse din sîrmă — Buz
Aleea Industriilor nr. 1 • Tel.: 2997—2998 • Telex: 11

CENTRALA INDUSTRIALA PENTRU PRODUSE REFRACTARE

BRAŞOV

Str. Carierei Nr. 127 Braşov. Telefon 23966-23967. Telex 012.307



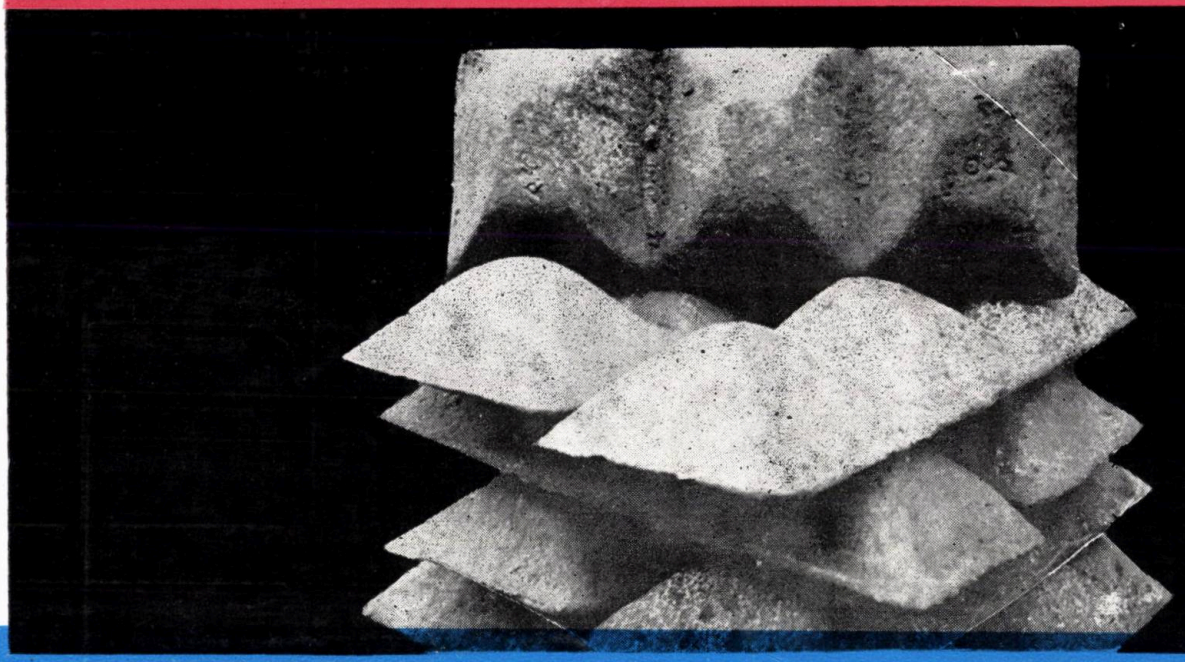
- Intr. de produse refractare ALBA -IULIA
- Intr. de produse refractare "REFRACTAR" ALESD
- Intr. de produse refractare "9 MAI" TURDA
- Intr. de produse refractare "RASARITUL" BRASOV
- Intr. " CARBOCHIM" - CLUJ
- Fca. de produse refractare " PLEASA " PLOIESTI
- Fca. de produse refractare " VULTURUL " COMARNIC
- Fca. de produse refractare " UNIREA " TG. JIU
- Fca. de produse refractare BARU MARE
- Fca. de şamotă AZUGA

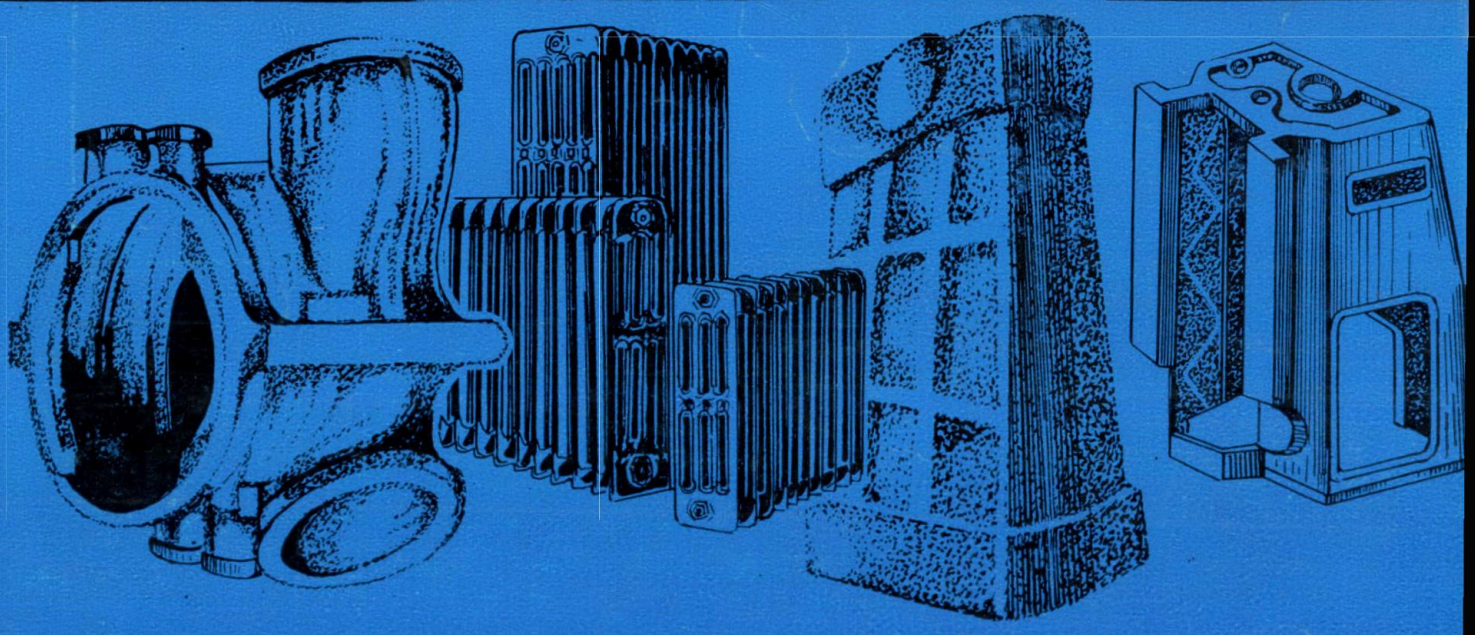
execută

Produse refractare silica, silico-aluminoase, produse termoizolante, şamote refractare aluminoase şi superaluminoase, betoane rezistente la foc, betoane refractare şi superrefractare, plăci termoizolante, prafuri termogene şi termoizolante, prafuri exoterme, pietre de polizor, abrazivi pe suport, electrozi siderurgici şi de baterii.

INTREPRINDEREA
VICTORIA
Călan

- Fontă cenuşie STAS 882—65
- Piese de schimb pentru siderurgie
- Piese pentru maşini-unelte
- Radiatoare din fontă
- Cilindri din fontă pentru laminoare
- Lingotiere
- Maselotiere
- Plinli de turnare
- Poduri de turnare
- Semicocs
- Cocs fluidizare
- Cocs brichete din cocs petrol

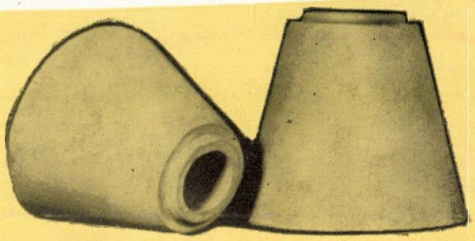


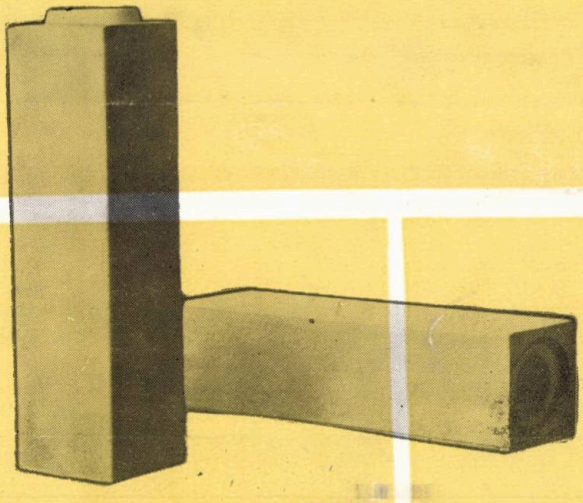


fabrica de produse refractare

RĂSĂRITUL

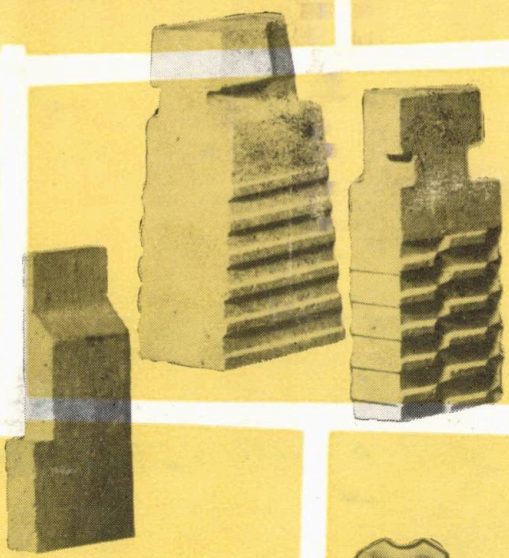
Braşov, str. Carierei nr. 127
Telefon 23966, Jud. Braşov

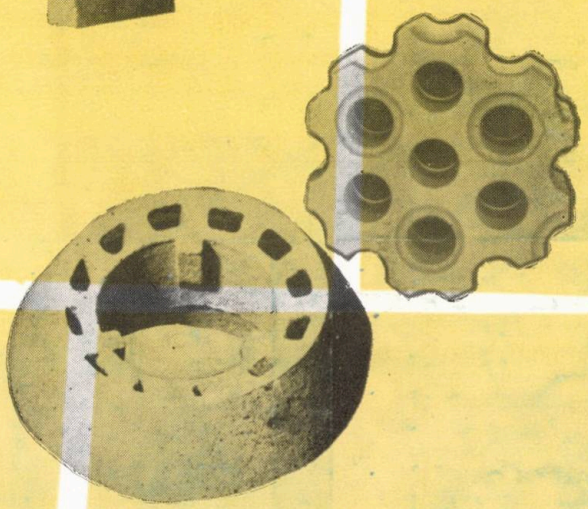


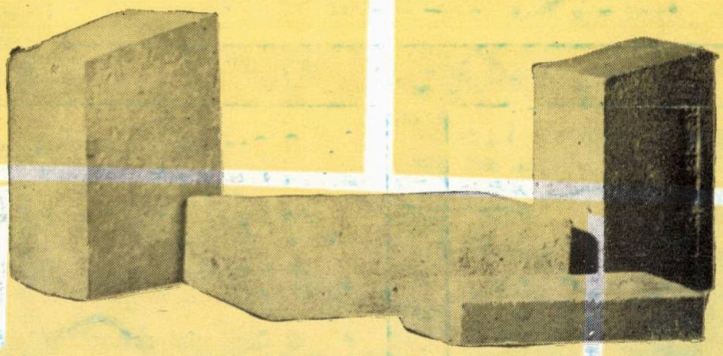


produce materiale refractare pentru :

- bateriile de cocsificare
- recuperatorul de căldură de la furnal
- cuptoarele din industria chimică
- oala de turnare a oţelului
- cazanele cu aburi
- materialele refractare pentru podul de turnare a oţelului
- materialele refractare pentru uz general
- prafurile termogene, termoizolante şi exoterme pentru reducerea consumului specific de metal







INTREPRINDEREA DE PRODUSE REFRACTARE

ALBA IULIA

EXECUTĂ:

Pentru industria metalurgică, industria chimică, industria construcțiilor de mașini, industria materialelor de construcții etc.

- Șamote refractare, aluminoase și super-aluminoase
- Mortare refractare argiloase și aluminoase
- Cărămizi refractare argiloase aluminoase și superaluminoase
- Cărămizi refractare termoizolante cu greutăți volumetrice de 0,4–0,8 t/m^3 și chituri pentru înzidirea lor

Întreprinderea de produse refractare
Alba – Iulia
Str. Clujului nr.23
Telefon 11521–11522–11523

FABRICA DE ŞAMOTĂ

AZUGA

produce :

- Mortare refractare pentru zidării refractare din cărămizi silico-aluminoase;
- Mortare refractare plastificate pentru zidării refractare din cărămizi superaluminoase ;
- Betoane refractare rezistente la temperaturi de maximum 900 °C ;
- Betoane refractare rezistente la temperaturi de maximum 1 200 °C ;
- Betoane termoizolante pe bază de diatomit rezistente la temperaturi de maximum 700 °C ;
- Alte produse refractare (sortiment variat de şamote obişnuite, şamote aluminoase, amestecuri superrefractare pe bază de electrocorindon)

FABRICA DE ŞAMOTA - AZUGA
Str. Independenţei Nr. 59 Jud. Prahova

FOLOSIREA SPECIALIZATĂ NU ESTE ÎNSĂ TOTDEAUNA REGULA OBIŞNUITĂ

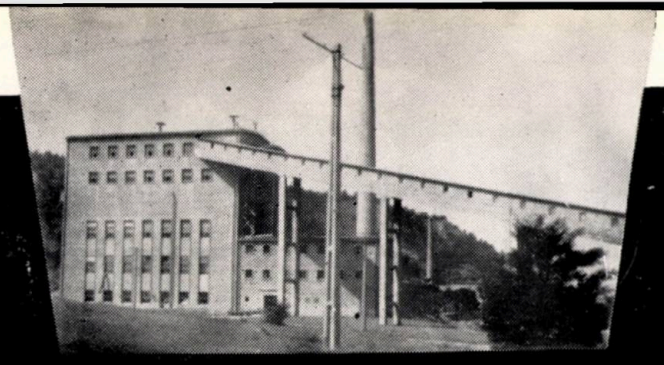
Presa hidraulică de îndreptat model CDN 400B — cu putere de 400 Mp — dovedește aceasta. Rapoartele dintre parametrii presei, puse în valoare prin vitezele de lucru, asigură marea capacitate de lucru a acestui utilaj.

Tehnologia de îndreptare a pieselor plane, a tablelor groase, a pieselor turnate din oțel, a pieselor sudate și — cu ajutorul unei scule speciale — a laminatelor cu secțiune circulară, se desfășoară într-o zonă de lucru suficient dimensionată.

Concepția înaintată a presei, găsindu-și expresia pînă și în aspectul estetic exterior, va fi în mod special apreciată în uzinele metalurgice, în întreprinderile de construcții mecanice și în atelierele de întreținere.

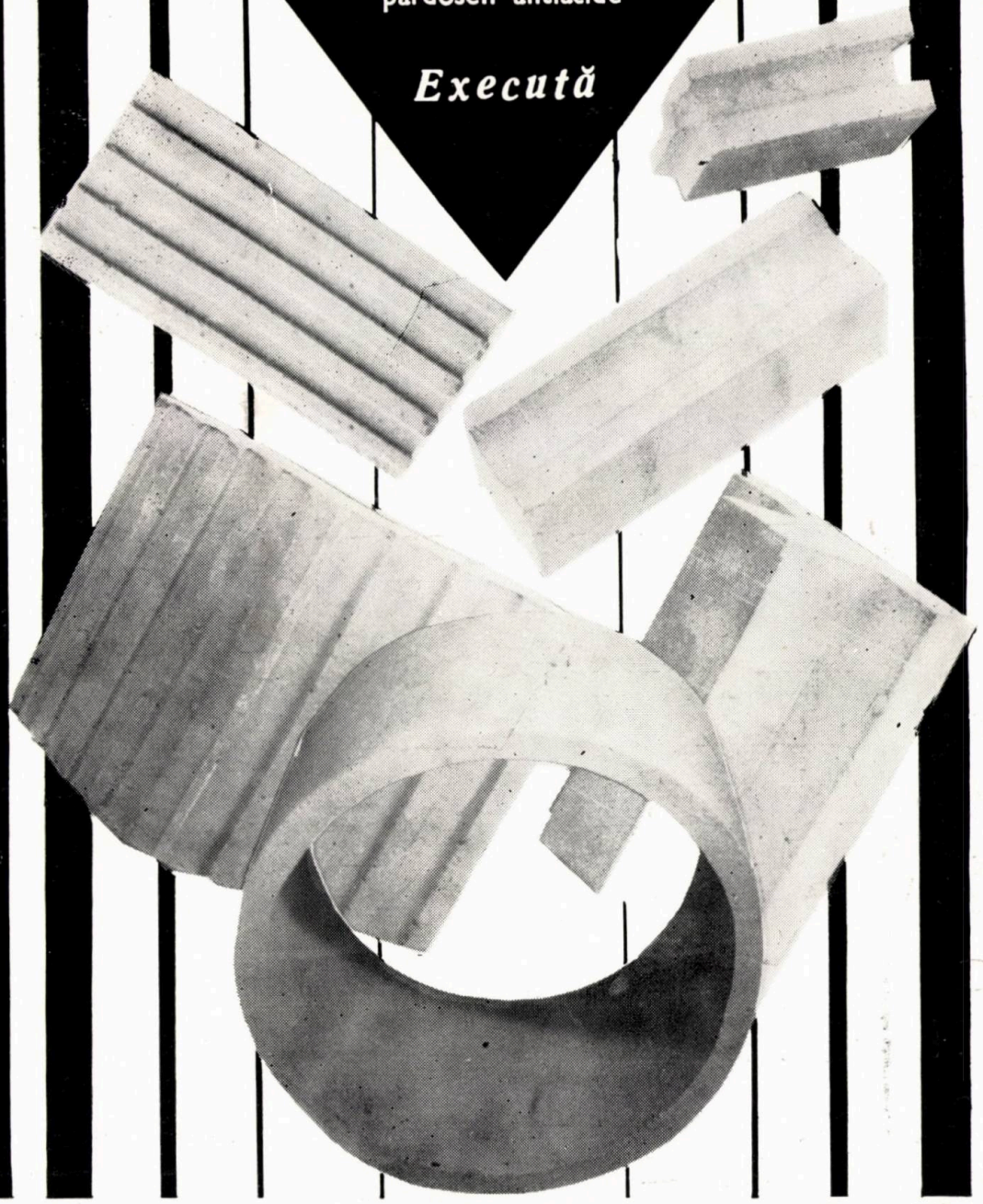
Strojimport

Vinohradská 184, Praga 3, R.S. Cehoslovacă ● Telex: 012 141—5



Produse ceramice antiacide pentru căptușirea instalațiilor de fabricare a acidului sulfuric, a băilor de decapare în siderurgie și pentru pardoseli antiacide

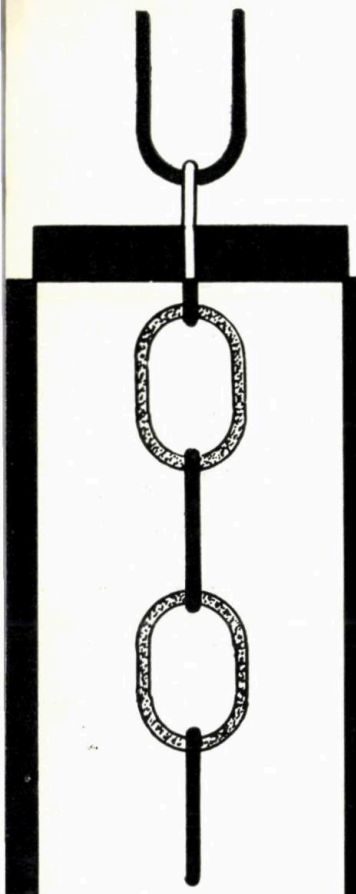
Execută



Fabrica de produse refractare

REFRACTAR

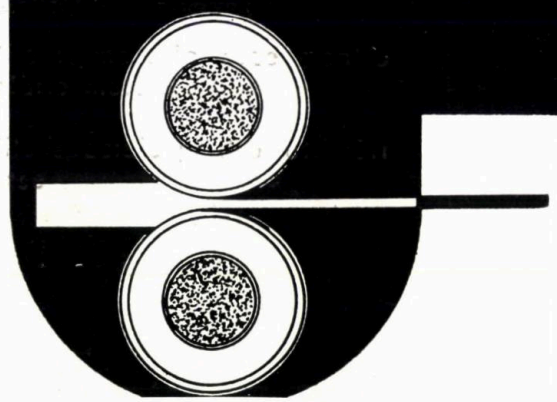
Aleșd — Județul Bihor

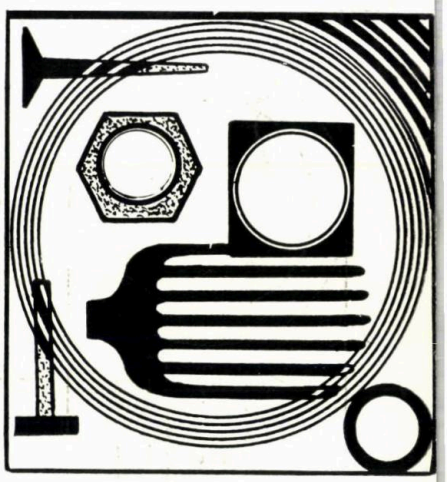


PRODUCE
ȘI LIVREAZA

- Profile laminate din oțel carbon și oțeluri aliate:
  - oțel pătrat 20 × 20 — — 70 × 70 mm
  - oțel rotund ∅ 22 — — 60 mm
  - oțel lat 20 × 10 — 100 × × 20 mm
  - oțel hexagonal (numai din oțel carbon) H 19—H 29
- Livrarea se face în stare laminată, în stare recoaptă și cojită
- Oțel beton rotund, oțel beton PC în bare sau colaci
- Oțel lat pentru piulițe 20 × 10 — 46 × 23
- Sîrmă laminată în colaci, din oțel carbon ∅ 6,5 — 12 mm

- Sîrmă trefilată din oțel cu conținut mic de carbon și sîrmă trefilată recoaptă neagră ∅ 1,4—10 mm
- Produse din sîrmă trefilată:
  - cuie pentru construcții, cuie speciale și cuie ținte (∅ 1,4—8)
  - lanțuri comerciale
  - lanțuri antiderapante auto
- Organe de asamblare:
  - nituri ∅ 4—6 mm
  - șaibe plate pentru metale ∅ 14—33 mm
- Furci pentru agricultură și furci pentru piatră spartă

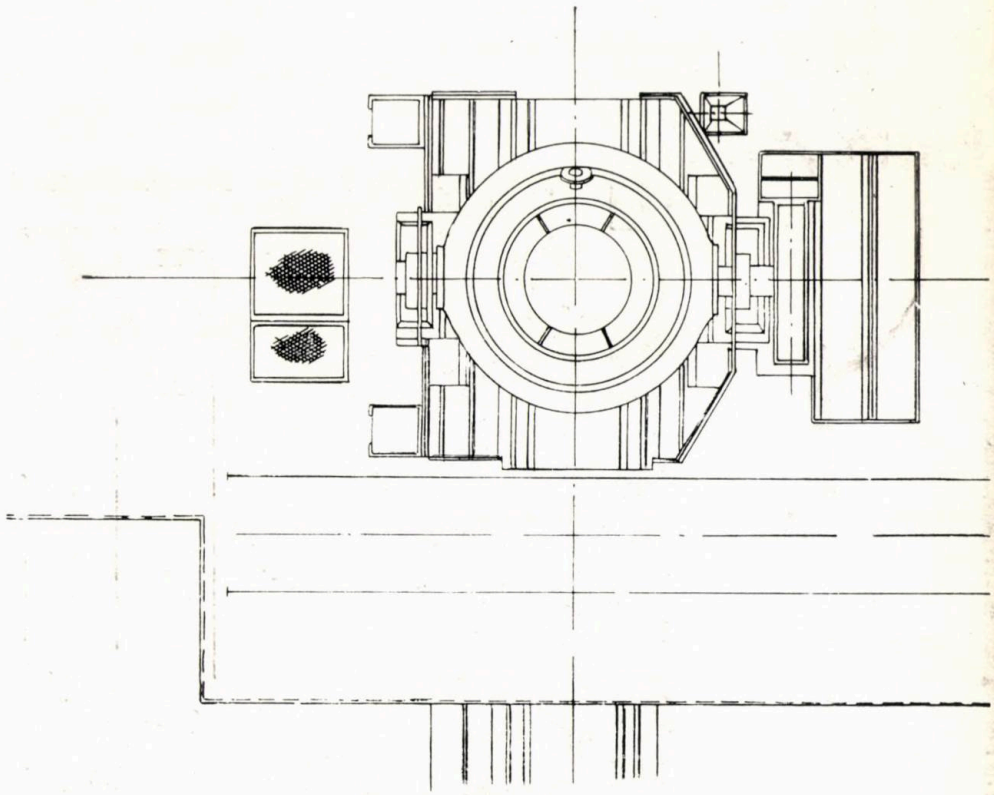


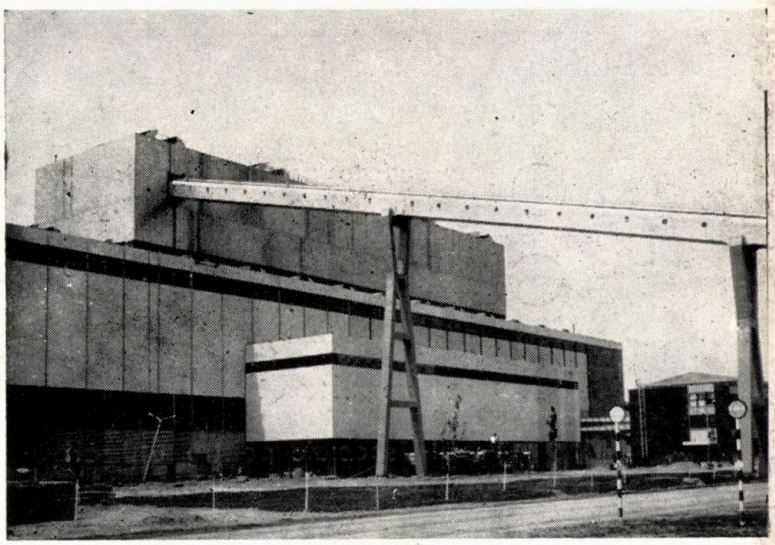


Uzina LAMINORUL Brăila

Brăila
Str. Transilvaniei nr. 1—5
Adresa telegrafică „LAMINORUL"
Telefon 14030

IPROMET





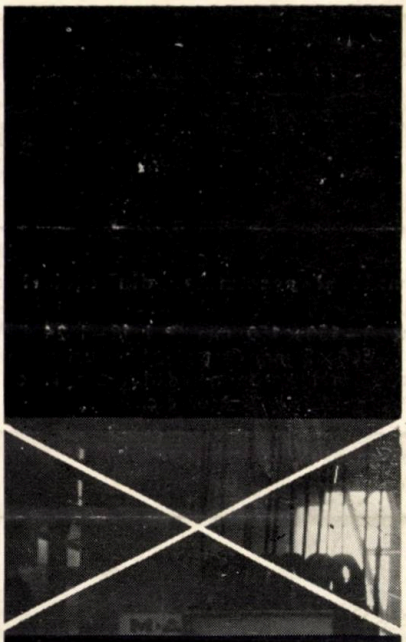
INSTITUTUL DE PROIECTARE TEHNOLOGICĂ DE UZINE ŞI INSTALAŢII METALURGICE

Bucureşti 45, str. 13 Decembrie 20, tel. 13.37.58

PROVIDES DESIGNING FOR

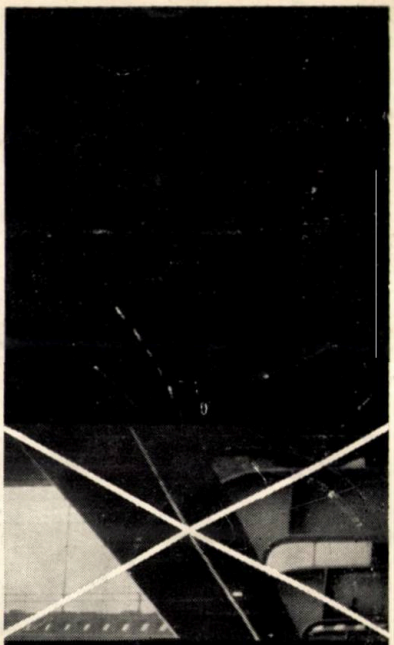
INTEGRATED IRON AND STEEL WORKS ● IRON ORES SINTERING PLANTS ● COKE-OVEN PLANTS ● BLAST-FURNACES ● STEEL MILLS ● REFRACTORIES PLANTS ● FOUNDRIES FOR HEAVY CASTINGS ● ENERGY SERVICES IN IRON AND STEEL WORKS (BLOWERS, COMPRESSED AIR AND OXYGEN STATIONS, ELECTRICAL AND HYDROTECHNICAL SYSTEMS, A.S.O.) ● IRON AND STEEL WORKS EQUIPMENT

DESIGNING WORK - ENGINEERING - TECHNICAL ASSISTANCE

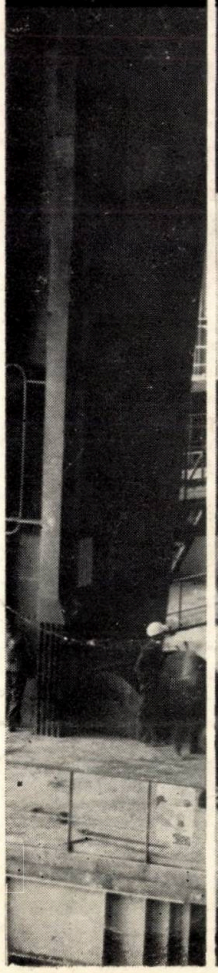
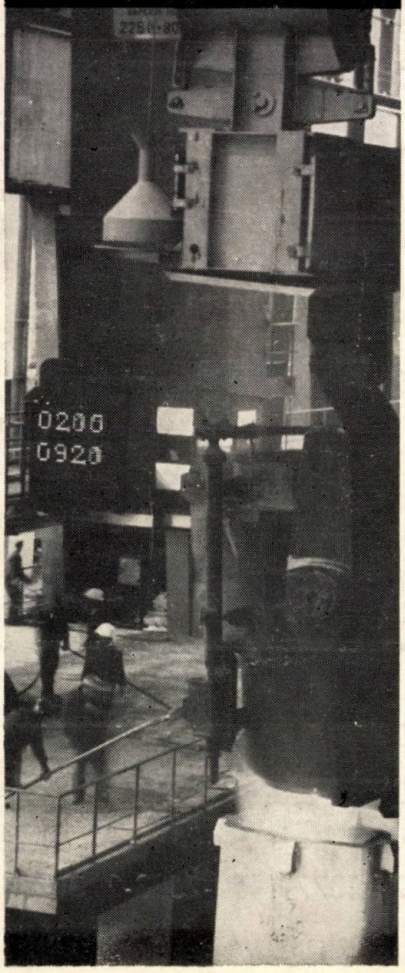
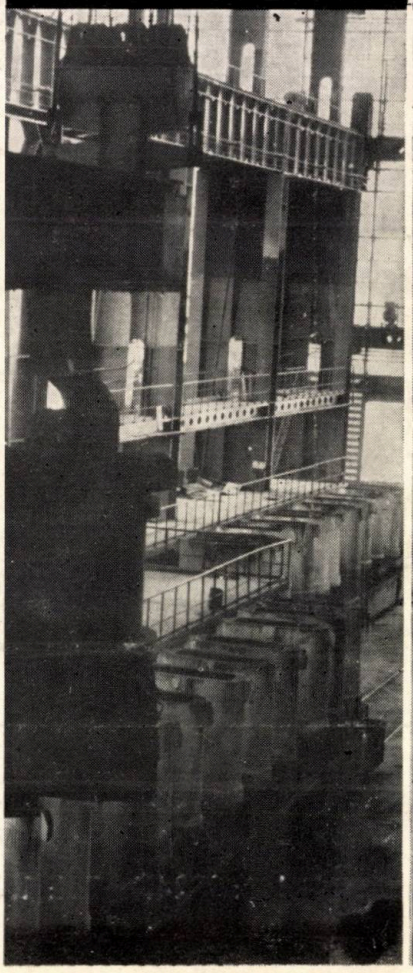


ÎNTREPRINDEREA DE CONSTRUCȚII ȘI MONTAJE SIDERURGICE

GALAȚI



a realizat în ultimii doisprezece ani pentru C.S. Galați:

- furnale de 1 700 m³
- laminoare de tablă groasă și de benzi laminate la rece și la cald
- oțelării L.D. cu convertizoare de 150 t
- baterii de cocsificare de 330 000 t/an
- fabrici de aglomerare cu benzi de 156 m²
- fabrici de oxigen
- fabrici de blocuri dolomitice
- stații de transformare
- captări, aducțiuni și gospodării de apă
- silozuri și coșuri industriale glisate
- căi ferate
- drumuri
- instalații complexe de fluide termoenergetice
- instalații complete și complexe electrice și de automatizare
- consolidări de teren cu piloți forați, sistem Franky, din beton, prefabricați și pretensionați
- laboratoare siderurgice
- lucrări de interes general și edilitare

obiective la care a executat întreg ansamblu de lucrări de construcții, instalații, montaj și punere în funcțiune, folosind mijloace tehnice moderne de mare capacitate, exploatate de personal bine calificat, lucrări conduse și supravegheate de specialiști tehnicieni și ingineri experimentați.